



Universidad Complutense de  
Madrid



# ESTUDIO COMPARATIVO DEL COLOR DENTAL SEGÚN EDAD, GÉNERO Y TIPO DE DIENTE

---

Máster en Ciencias Odontológicas.  
Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacial).  
Junio 2016

-Marina Pérez Soriano-

Dra. Alicia Celemín Viñuela

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi tutora, la Dra. Alicia Celemín Viñuela, por su colaboración constante y su paciencia.*

*A la casa Vita, por la cesión de su espectrofotómetro, instrumento imprescindible en el desarrollo del presente estudio.*

*A José Manuel, por su apoyo humano y profesional en el desarrollo del análisis estadístico.*

## ÍNDICE

1. Introducción.	5
2. Justificación.	16
3. Hipótesis y objetivos.	17
4. Material y método.	19
4.1. Muestra.	19
4.2. Recogida de datos-mediciones.	20
4.3. Análisis estadístico de los datos.	24
5. Resultados.	26
5.1. Análisis descriptivo.	26
5.1.1. Descripción de la composición de la muestra.	26
5.1.2. Descripción del color según la guía Vita3D.	28
5.1.3. Descripción de las variables de resultado de la medida del color CIELab (VD).	31
5.2. Análisis inferencial.	35
5.2.1. Diferencias según género en las variables del color.	36
5.2.2. Diferencias según edad en las variables del color.	37
5.2.3. Diferencias según tipo de diente en las variables del color.	38
5.2.4. Diferencias en Luminosidad (L).	39
5.2.5. Diferencias en Intensidad (C).	42
5.2.6. Diferencias en Tinte (h).	44
5.2.7. Diferencias en la Coordenada a*.	46
5.2.8. Diferencias en la Coordenada b*.	48
5.2.9. Efecto de la edad y del sexo sobre la diferencia ( $\Delta E$ ) entre tipos de diente.	51
6. Discusión.	53
6.1. Frecuencia de colores dentales.	54
6.2. Características de color de los dientes naturales en la muestra de población española.	56
6.3. Color dental y género.	58
6.4. Color dental y edad.	60
6.5. Color dental y tipo de diente.	62
6.6. Efecto del género, la edad y el tipo de diente en el color dental.	63
6.7. Diferencia de color ( $\Delta E$ ) entre dientes. Efecto de la edad y del género.	64

7. Conclusión.	66
8. Bibliografía.	67
9. Anexos.	70
9.1. Anexo I: Consentimiento informado.	70
9.2. Anexo II: Tabla de recogida de datos.	72
9.3. Anexo II: Informe Comité Ético de Investigación Clínica (CEIC).	73
10. Visto Bueno Tutora de Trabajo Fin de Máster.	74

## 1. INTRODUCCIÓN

Los pacientes consideran el aspecto estético, y en especial el color de los dientes, como criterios fundamentales de éxito de las restauraciones protésicas. Sin duda, el color es uno de los parámetros de mayor peso cuando el paciente juzga la calidad de la restauración realizada por el odontólogo, sobre todo en la región anterior. Por este motivo, el profesional debe conocer y comprender todo lo relacionado con el cromatismo del diente.

El cromatismo dental, a diferencia de lo que sucede con otros factores estéticos esenciales (forma, tamaño y posición del diente) cuya armonización con los demás dientes naturales no suelen plantear ningún problema, resulta relativamente difícil de determinar y de reproducir. Hoy en día, la odontología proporciona la oportunidad de restaurar las características de color exclusivas de cada paciente ya que cada diente natural tiene muchas características ópticas que aumentan su complejidad.(1)

El color es un fenómeno físico de percepción visual, relacionado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético, y como consecuencia de la combinación de tres factores; luz reflejada y transmitida, el objeto y el observador. El ojo humano puede distinguir al menos 10 millones de colores diferentes. De todos ellos, 100.000 pueden encontrarse en el diente humano, con variaciones entre individuos en la población. Pues el color dental no se puede considerar como un parámetro estable, sino que varía de un individuo a otro, de una dentición a otra, de un diente a otro e incluso a lo largo del tiempo en un mismo diente.

En el año 2001, la **Commission Internationale de l'Eclairage** (C.I.E.) define el color como “la característica de la percepción visual que puede ser descrita por los atributos de tinte o tono, valor o luminosidad e intensidad, saturación o croma”. (2) El **tinte** es la primera dimensión del color, y se relaciona con la percepción de las longitudes de onda de luz. Es la característica que diferencia unos colores de otros. El **valor** es probablemente la dimensión más importante en términos de la odontología. El valor de un color se define por la cantidad de blanco y negro dentro de la escala, lo que se relaciona con la luminosidad/oscuridad; y la **intensidad** representa el grado de saturación, es decir, la cantidad de color existente en éste. (3)

El color de los dientes está determinado por una combinación de propiedades ópticas. El color definitivo es un resultado de la absorción y reflexión de la luz a lo largo del espesor del diente, donde depende directamente del coeficiente de absorción de los tejidos dentales. El diente está constituido por **tres tejidos; el esmalte, la dentina y la pulpa**, y su color natural depende del grosor, composición y estructura de estos tejidos que, en definitiva, son los responsables de su complejidad desde el punto de vista óptico. Los tres parámetros a los que hemos hecho alusión, evolucionan considerablemente a lo largo de la vida, influyendo en el color del diente.(4)

La **pulpa** tiene un color rojizo oscuro. Su tamaño es mayor en dientes jóvenes, lo que tiene influencia en el color, ya que da lugar a un tinte rosado. El estrechamiento progresivo que se produce con los años, hace que su influencia sobre el valor del diente disminuya con la edad.

La **dentina** es el tejido más importante desde el punto de vista cromático. Es la responsable del tinte y de la intensidad dentaria y reduce el valor del esmalte. Presenta áreas de opacidad densa y de saturación de color elevada, lo que le da un aspecto policromático. Con la edad la dentina primaria evoluciona y se forman otros tipos de dentina, con estructura y propiedades ópticas diferentes que influyen en la cromacidad dentaria.

Por otro lado, el alto contenido mineral y la naturaleza y disposición de los prismas que componen el **esmalte** hacen que sea un tejido duro, brillante, translúcido, prácticamente acromático y radio-denso. La apariencia óptica del esmalte dental depende de su composición, estructura, grosor y textura superficial, parámetros que varían de una zona dentaria a otra y que evolucionan a lo largo de la vida. En un diente joven, el esmalte tiene menos contenido mineral y es muy grueso, creando el efecto óptico de una leve translucidez y alta luminosidad; en el diente anciano, el esmalte es más rico en minerales y más delgado por el desgaste natural, lo que se traduce en una mayor translucidez, que permitirá que, a su través, se haga patente el color de la dentina.

Debido a su naturaleza policromática, los dientes naturales tienen ciertas características que dificultan la determinación del color. La textura de superficie, la translucidez y el color del fondo también pueden contribuir a esta dificultad. El efecto producido por varias capas causadas por diferentes grados de translucidez del esmalte y opacidad de la dentina se traduce en diferencias en el color de los dientes en toda la superficie del diente(5).

Hay principalmente **dos sistemas** que se utilizan para describir el color: el sistema descriptivo de color **Munsell** y un sistema más cuantitativo, el de la **Comisión Internacional de l' Eclairage (CIELab)**.(6) El **sistema de Munsell** describe el color mediante tres atributos: tinte, valor e intensidad. Si se aplican las coordenadas Munsell al color de los dientes humanos se observa que sus **tintes** varían de 7,5 (anaranjado) al 4,7 (amarillo), el **valor** de 5.8 a 8,5 y la **intensidad** de 1.5 a 5.6. Sin embargo, en este sistema de coordenadas el color de los dientes naturales solo comprende una pequeña parte de este espacio cromático. (7) Por otro lado, utilizado casi exclusivamente en la investigación del color, el **sistema CIELab 1976** describe el color como el producto de la mezcla de tres coordenadas del color:  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Al dar a estas tres coordenadas numéricas, el sistema CIELab es capaz de localizar un objeto en un espacio de color tridimensional (3D).(8)

El **sistema CIELab** es el sistema de color utilizado actualmente en Odontología por ser el recomendado por la Asociación Dental Americana. Se basa, como ya se ha mencionado, en tres medidas que corresponden a las tres dimensiones del espacio del color en los tres ejes de coordenadas ordinales (X, Y, Z, para L, a, b,).  $L^*$ , el valor de un color (luminosidad), se determina por la cantidad de gris que contiene, va desde el blanco perfecto ( $L^* = 100$ ) al negro completo ( $L^* = 0$ );  $a^*$ , la medición del eje rojo-verde (un valor positivo de  $a^*$  indica la cantidad de color rojo y una  $a^*$  negativa indica la cantidad de verde); y  $b^*$ , eje de medición de color amarillo-azul ( $b^*$  positivo indica la cantidad de amarillo y  $b^*$  negativa indica la cantidad de azul). (9) (Fig. 1)

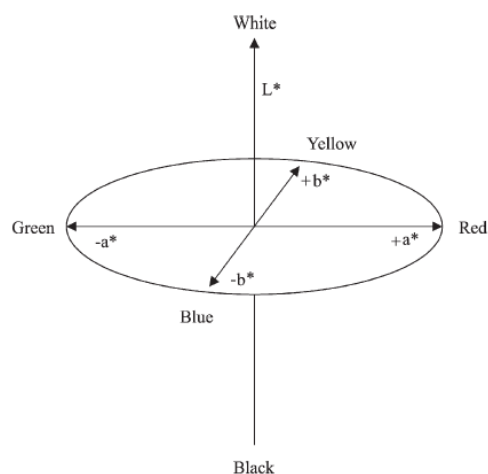


Figura 1. Espacio del color CIELab. (9)

La diferencia perceptible entre el color natural de dos dientes se hace visible como la distancia entre las dos localizaciones del color en el espacio de color y se describe utilizando el término  $\Delta E^*$ . Se determina de forma cuantitativa a través de la fórmula euclidiana de diferencia de color basada en el sistema CIELab. Dicha fórmula está definida por la siguiente ecuación: (7)

$$\Delta E = \sqrt{(L_f^* - L_i^*)^2 + (a_f^* - a_i^*)^2 + (b_f^* - b_i^*)^2}$$

En la ecuación los subíndices  $f^*$  e  $i^*$  se refieren por separado a cada uno de los 2 colores diferentes y  $\Delta E^*$  representa la magnitud de la diferencia de color, pero no indica la dirección en los ejes de coordenadas.

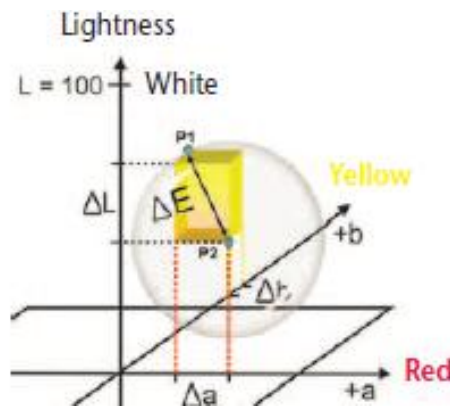


Figura 2. Diferencia de color  $\Delta E$ . (10)

El espacio diagonal entre los puntos P2 y P1 corresponde a la distancia de color y se expresa como  $\Delta E$ , que representa la diferencia de color entre los dos puntos perceptible por el ojo humano. Para el ojo humano es difícil reconocer valores de  $\Delta E^*$  por debajo de 2 como una diferencia de color. (Fig. 2) (10)

**Dozi y cols. (2005)** (11) en su estudio establecen que para que una diferencia de color entre dos dientes pueda ser percibida visualmente en condiciones estandarizadas,  $\Delta E^*$  debe tomar un valor de 1, y un valor por encima de 3 en condiciones clínicas

Con frecuencia, en una cierta luz (lámpara en el sillón dental) el ojo humano "determina" que los colores de dos dientes coinciden entre sí, aunque uno de los dientes es más oscuro. Sin embargo, fuera de la clínica, a veces, el resultado no es el esperado.



Hasta ahora en el campo de la restauración dental para la especificación del color y el cálculo de diferencias de color se ha empleado el sistema CIELab y su diferencia de color asociada  $\Delta E^*$ .(7)

Por otro lado, para la mejor comprensión de los ejes de coordenadas ordinales y las tres dimensiones del color (tinte, valor e intensidad), el sistema CIE 1976  $L^*$   $a^*$   $b^*$  identifica los componentes de las coordenadas cilíndricas CIE  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ : luminosidad, intensidad y tinte, respectivamente.(9) El parámetro  $L^*$  no cambia porque corresponde al eje vertical. La transformación de  $a^*$  y  $b^*$  en intensidad ( $C^*$ ) y tinte ( $h^*$ ) es obtenida a través de fórmulas matemáticas.  $h^*$ , como ya se había comentado, es la primera dimensión del color y está asociado con un color de longitud de onda dominante. El tinte es la cualidad por la que se diferencian las familias de colores. Cuando el valor de la coordenada  $h^*$  es 90 corresponde a amarillo, cuando  $h^*$  es 0 corresponde a rojo, cuando  $h^*$  es de 270 corresponde al azul y cuando  $h^*$  es de 180 corresponde a verde. Por otro lado, la  $C^*$  o intensidad es la cantidad de saturación en el tono de un color. El espacio cilíndrico del color  $L^*C^*h^*$  puede ser transformado en el espacio de color  $L^*a^*b^*$ , y viceversa, sin ninguna pérdida. (12)

La escala de colores **Cercha** es un estándar de color desarrollado por CIELab. El sistema CIE  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$  es una representación polar del sistema de coordenadas rectangulares CIE  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Describe el color de la misma manera en la que el color se comunica verbalmente en términos de luminosidad (L), intensidad (C), y tono o tinte (h). La expresión  $L^* C^* h^*$  ofrece una ventaja sobre CIELAB, y es que es muy fácil de relacionar con los sistemas anteriores basados en las dimensiones de color. De esta manera, las coordenadas  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$  son más intuitivas y corresponden a las tres dimensiones del color: luminosidad, intensidad y tono, respectivamente. (13) (Fig. 3).

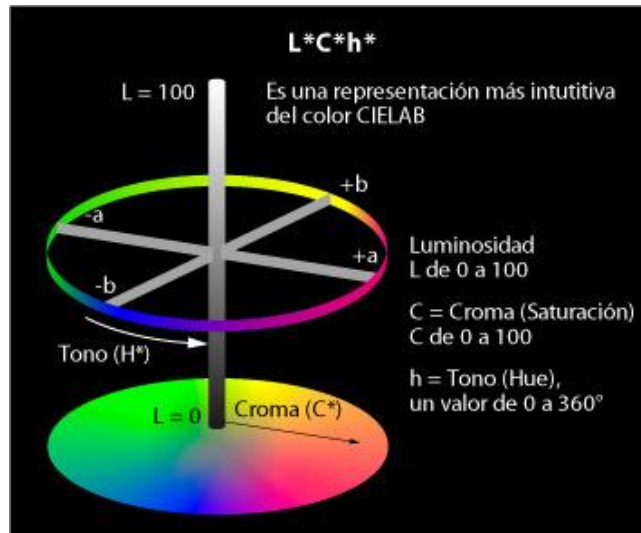


Figura 3. Relación espacial entre ejes ordinales y polares del color. (12)

Este sistema de color es el utilizado por la Asociación Dental Americana, y es también la base para las guías de dientes actuales y dispositivos electrónicos. (14)

Recientemente, para su mejor comprensión por parte de los clínicos, la zona del espacio cromático correspondiente a los dientes naturales ha sido descrita como un sub-espacio cromático con “forma de plátano”, en los sistemas Lab y LCh (Fig. 4). Este espacio cromático dental está situado entre el rojo claro y el amarillo claro; tiene forma alargada y se extiende paralelamente al eje de luminosidad. Por tanto, los dientes más luminosos se encuentran en la zona superior y los más oscuros en la zona baja. Los colores más intensos de los dientes están situados en la curva exterior del plátano que está más lejos del eje central  $L^*$  incoloro (acromático); los dientes con un tono rojizo se encuentran en el eje  $a^*$  y los que tienen un matiz o tono amarillento se encuentran en el eje  $b^*$ . (10)

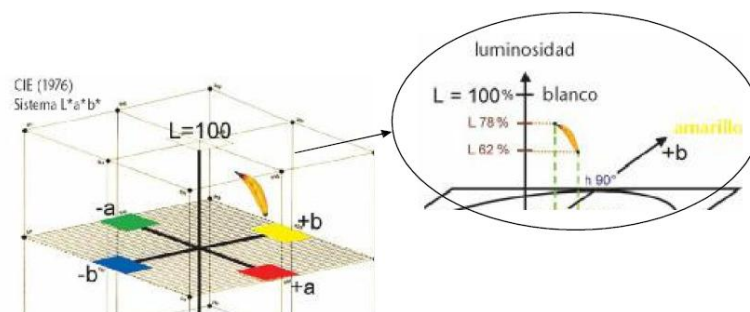


Figura 4. Espacio cromático dental dentro del espacio cromático de L, a, b. (10)

De la figura 4 se puede deducir que los dientes que presentan mayor valor tienen un mayor ángulo de tinte (una mayor proporción de amarillo) y menor intensidad. Sin embargo, cuanto más oscuro sea el diente (menor valor) mayor es su intensidad y menor el ángulo de tinte, es decir, mayor proporción de rojo.

El doctor **Bruce Clark** (15) fue el primero en someter a los dientes naturales a medición y análisis científico del color, comunicando la importancia de las dimensiones del color, ya que no sólo es un requisito básico sino el más importante. Este autor reconoce la necesidad de una aproximación más exacta del color dental.

El color del diente se mide por **varios métodos**, incluyendo evaluación subjetiva visual con guía de colores o por medio de dispositivos electrónicos como método de medición objetiva del color, como colorímetros (16), espectrofotómetros (17,18), o cámaras digitales (19).

En cuanto al método subjetivo de toma de color, la determinación visual del color por comparación del diente con el color estándar de las guías de colores de dientes, es el método más frecuentemente aplicado en odontología. Se trata de un proceso subjetivo mediante el cual el diente y la guía de colores se observan simultáneamente en las mismas condiciones de iluminación. Variables generales tales como las condiciones de luz externas, la experiencia, la edad, y la fatiga del ojo humano pueden dar lugar a inconsistencias.(20)

La **Guía de color 3D Master** se introdujo en el mercado en 1998 con el propósito, según su fabricante Vita-Zahnfabrik, de cubrir el espacio de color del diente natural. Se basa en el modelo de color en tres dimensiones y en la actualidad es la única guía de color comercializada capaz de determinar científicamente tonos mediante la selección de cada una de las tres dimensiones de color de forma individual, siguiendo el orden de valor o luminosidad, intensidad y tinte. Se utilizan cinco niveles diferentes de luminosidad para crear cinco grupos de tablillas de color, desde 1 (la más clara) a 5 (la más oscura). A su vez, hay tres niveles de intensidad, desde 1 (el menos saturado) a 3 (el más saturado) en cada grupo. Los niveles de saturación o intensidad (1.5 y 2.5) en los grupos 2, 3 y 4 están asociados con variaciones de tinte o tono - L (amarillo) y R (rojo). Una de sus ventajas es que representa el color dentro de un espacio tridimensional basado en la percepción del color individual. (3)

Por otro lado, el análisis de color instrumental ofrece una ventaja potencial sobre la determinación visual del color, ya que las lecturas instrumentales son objetivas y cuantificables, y se puede obtener con mayor rapidez. (21) Pretenden ayudar a sustituir la sensación subjetiva del ojo humano para suministrar los datos reproducibles de forma exacta para la construcción y la fabricación de prótesis dentales. (7) En los aparatos disponibles actualmente en el mercado se aplican diferentes principios de medición. Básicamente, se emite luz y se mide su reflexión. Las mediciones duran menos de un segundo y no son perceptibles por el paciente. (7)

La **espectrofotometría** es el método de análisis óptico más utilizado en las ciencias biológicas. Aportan el mayor número de datos de medición y suelen ser más precisos que los colorímetros. (22) El espectrofotómetro dental es un aparato de medición que emite una luz definida y es capaz de medir la calidad y la cantidad de luz reflejada por un objeto y clasificarla en un grupo de colores. Esta cantidad de luz se clasifica en el espectro visible entre 380 y 720 nanómetros aproximadamente. (7) Los métodos objetivos suelen expresar los resultados en el sistema CIE  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , así como en uno o más de los sistemas de guía de color convencionales. A pesar de ello, en el año 2002, **Tung y cols.** (23) informaron que el uso generalizado de espectrofotómetros en odontología se ha visto obstaculizado por su complejidad, su alto precio y, sobre todo, por la dificultad en su uso para medir el color del diente en vivo. Por tanto, a día de hoy las guías de color siguen siendo las herramientas que más se utilizan en clínica para la medición del color dental. (7)

Además, la fiabilidad de las mediciones de color de los dientes con espectrofotómetros se considera que es mejor que aquellas realizadas con el ojo humano. Se sabe que los espectrofotómetros son capaces de identificar variaciones en el punto medio, que es imposible para el ojo humano. En definitiva, los métodos instrumentales para la determinación de color del diente son objetivos y más rápidos que la determinación visual. (24)

A la hora de llevar a cabo mediciones del color de los dientes, es reconocido por todos los autores que el diente no es monocromático y que el tercio medio es la zona más representativa del mismo. Esto es debido a que el tercio incisal es muy translúcido, por lo que su percepción cromática está afectada por el fondo, y sobre el color del tercio cervical influye la cercanía del margen gingival. (25,26)

Por otro lado, es importante saber que también existen diferencias y variaciones de color entre los distintos dientes que forman el frente anterior; los caninos son los dientes más rojos, luego los incisivos centrales y después los laterales. En el año 2000, **Hasegawa A.** también afirmó que el incisivo central superior en el tercio medio es más luminoso que el incisivo lateral superior y el canino, y que el canino es más oscuro que los otros dos incisivos.(16)

En definitiva, los dientes humanos poseen una considerable variación del color y los datos espectrofotométricos disponibles son muy limitados considerando su gran variedad. A ésta variabilidad se suma la aportada por los factores **edad y género**, que parecen tener una gran influencia y peso en las diferencias de color a nivel dentario entre las personas.

Se ha visto que el color de los dientes naturales tiene una significativa tendencia a cambiar con **la edad** del sujeto, generalmente se vuelven más oscuros y más amarillos. (27,28,13, 21,29) Hay pocos estudios que cuantifiquen este progresivo oscurecimiento en las coordenadas del color, y no hay aún un consenso científico acerca del grado de influencia de la edad y el género en las tres dimensiones del color.(14) El impacto de la edad sobre el color del diente es debido, como ya se ha comentado, a la variación del espesor, composición y estructura de los tejidos dentarios a lo largo de la vida.(30)

**Gozalo-Díaz G.** en el año 2008 planteó la hipótesis de que la edad de los sujetos y el sexo pueden ser usados para estimar el valor CIELab de sus incisivos centrales superiores. Esta hipótesis sería muy útil a la hora de determinar el color dental en pacientes totalmente edéntulos. Se encontró que la edad y el género son determinantes estadísticamente significativos en predecir los tres parámetros del color de los incisivos superiores.(29)

En cuanto al **género**, los resultados son más dispares; hay autores que no encuentran diferencias significativas en el color dental entre hombres y mujeres, (12,16) y otros mostraron en su estudio que comparadas con los hombres, las mujeres tienen estadísticamente dientes más claros y menos amarillos. (13,31)

A su vez, es de gran importancia tener en cuenta que cada estudio hace referencia a un grupo étnico en particular, por tanto, las comparaciones entre los resultados de las distintas investigaciones son complicadas y no se pueden generalizar a otras etnias. (32) De hecho, hay

autores que atribuyen las discrepancias entre sus resultados y los de otros investigadores a las características de la raza.(16)

Uno de los pocos estudios del color dental basados en la población española fue el publicado por **Rubiño y cols.**(33), sin embargo no se tuvo en cuenta ninguna distinción de género o edad. Por ello, resulta de vital importancia estudiar ambas variables, ya que queda claro que son factores predictores muy significativos del color dental.(14)

Además, como ya se ha mencionado, el grado de correlación y cambio de las coordenadas del color ( $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ,  $a^*$   $b^*$ ) en relación a la edad y al género aún no está del todo claro. La elección subjetiva del color natural del diente se podría realizar de manera más sistemática y ordenada mediante la comparación visual con las muestras de color más frecuentes según el grupo de edad y el género. El conocimiento de la distribución objetiva de los colores de dientes naturales por grupos de edad y sexo puede ser un método útil en la selección del color, en particular para clínicos inexpertos.

Por tanto, para seleccionar un color que en última instancia, dará lugar a una restauración que se parezca a los dientes naturales adyacentes; es útil disponer de una base de datos acerca de la distribución de color de los dientes dentro de un grupo específico de personas y de una población.(8)

De la misma forma, aunque la mayoría de los autores han estudiado la dentición natural en diferentes poblaciones por medio de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  (11,17,27), son pocos los investigadores que informan de sus resultados en una nomenclatura que es más familiar para los profesionales: los tonos de color de las guías de color.(3) La información científica disponibles es limitada en relación con la frecuencia de color natural del diente de acuerdo con las muestras de color del sistema Vita 3D Master.

El único estudio que informa de la frecuencia del color en una muestra de población española fue el realizado por **Gómez-Polo y cols.** en el año 2015, que reveló que el color más frecuente de la población española era 3M1, encontrando diferencias en la frecuencia del color entre hombres y mujeres y en función también de la edad. (3)

El propósito de este estudio es identificar los colores de dientes más frecuentes de entre una muestra de participantes españoles de raza caucásica y analizar el color dental de acuerdo a las

coordenadas del color  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  usando un espectrofotómetro, para establecer las diferencias de acuerdo a la edad y el género, y a su vez, teniendo en cuenta el diente medido (incisivo central superior o canino superior).

## 2. JUSTIFICACION

En la actualidad estamos contemplando la introducción de nuevas tecnologías en Odontología con el fin de mejorar la toma de color tradicional a través de guías de color. Esto, a la vez que simplifica el proceso y lo hace más objetivo para el profesional, mejora los resultados estéticos de las restauraciones protésicas de nuestros pacientes. Se trata de sistemas de toma de color digitales, que están siendo una innovación muy atractiva para este sector.

Sin embargo, y aunque el futuro en la toma de color dental parece encaminarse hacia el uso de estos dispositivos electrónicos, todavía están poco integrados en el mercado debido a su alto coste, por lo que la mayoría de las mediciones del color se siguen realizando con las guías de color convencionales.

Por ello, resulta de vital importancia tener una gran base de datos de los colores de dientes naturales “in vivo” en cuanto a edad y los grupos de género en la que se incluya todo el espectro de colores de los dientes naturales de una determinada población. De esta forma, la identificación del color dental de acuerdo con la distribución de la población limitará el número de muestras de color que son necesarios para comparar. Una cuidadosa reducción de la cantidad de colores de la guía puede simplificar los procedimientos de selección de color y ayuda a estandarizar la toma de color en la clínica dental rutinaria. El objetivo final será conseguir mimetizar las restauraciones dentro del entorno orofacial del paciente y conseguir una restauración en armonía.

Además, dado que es un hecho comprobado que los dientes se oscurecen con la edad, surge la necesidad de conocer las diferencias de tono de los dientes anteriores naturales existentes en diferentes grupos de edad y sexo.

Aunque parece ser que los dispositivos electrónicos de la toma de color están en constante proceso de renovación y perfección, son pocos los estudios que evalúan, a través de un método objetivo mediante espectrofotómetro la distribución del color dental en la población según los diferentes grupos de edad y según el sexo. Por ello, el presente trabajo va dirigido a conocer cuáles son las variaciones de color dental de la población y su distribución realizando mediciones objetivas.



### 3. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Con respecto a las diferencias en el color dental en cuanto a las tres dimensiones del color (valor, tinte e intensidad) según la edad y el género:

- L (valor o luminosidad) es menor en grupos de edad más avanzada y las mujeres, en general, presentan dientes con mayor valor.
- C (intensidad, croma o saturación) aumenta significativamente con la edad y es superior en hombres en comparación con las mujeres.
- h (tono o tinte), en personas jóvenes y de sexo femenino los dientes tienden a un color más amarillo en comparación con grupos de edad avanzada y sujetos de sexo masculino.

En cuanto al tipo de diente medido, también existen diferencias en el color; los caninos superiores presentan un menor valor (L), mayor intensidad (C) y un color más rojizo en comparación con los incisivos centrales superiores.

Con respecto a los objetivos del estudio:

- Objetivo general: Determinar las diferencias en el color dental según las tres dimensiones del color (valor, tinte e intensidad) en función de la edad, el género y el tipo de diente.
- Objetivos específicos:
  - Conocer el color dental más frecuente de la muestra estudiada según la nomenclatura de la guía dental 3D Master proporcionada por el espectrofotómetro por grupo de edad y sexo y teniendo en cuenta el tipo de diente medido (incisivo central superior o canino superior).
  - Evaluar el efecto de la edad y del género sobre las variables **valor o luminosidad (L), tinte (h) e intensidad (C)**.

- Conocer las diferencias de color existentes entre el incisivo central superior y el canino superior en cuanto a las tres dimensiones del color (valor, tinte e intensidad).
- Determinar las diferencias de color perceptibles por el ojo humano entre los incisivos centrales y los caninos superiores (Delta E ( $\Delta E$ )).

#### 4. MATERIAL Y MÉTODO

##### 4.1. Muestra

El estudio se ha llevado a cabo en la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid. Para el desarrollo de este estudio se han seleccionado 100 sujetos de nacionalidad española y raza caucásica de edades comprendidas entre los 20 años y los 30 años y entre los 50 años y los 60 años, dejando fuera del estudio a las personas de edad media (31-49 años). Los sujetos del estudio provienen de diferentes áreas geográficas de la Comunidad Autónoma de Madrid. En este estudio, el procedimiento de muestreo se llevó a cabo mediante un muestreo no probabilístico consecutivo para alcanzar el número deseado de participantes del estudio.

Se utilizarán 100 incisivos centrales superiores y 100 caninos superiores para el registro del color según los diferentes grupos (N= 200 piezas dentales).

Para el cálculo del tamaño muestral (N), se toma como referencia la variabilidad de la variable L (valor o luminosidad) considerada como la variable principal encontrada en el estudio de Gómez-Polo y cols. (7) donde se analizan las diferencias por razón de género. Según los datos de ese estudio, el grupo de varones tiene una DE =7.87, el grupo de mujeres una DE= 6.83, siendo la DE total =7.47. Así, para una confianza del 95% con una potencia de 85%, una varianza de 61.94 y considerando una precisión mínima de 2.50 unidades de diferencia entre géneros, se estima un N muestral mínimo de 178 piezas, añadiendo un 10% para previsión de las posibles pérdidas de datos, el N total definitivo es de 198 piezas dentales (unidades estadísticas para el análisis).

Los sujetos objeto de la investigación clínica referida son aquellos que se tratan de forma habitual en la actividad de la Clínica de Grado en Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, así como los estudiantes y profesores de la Facultad.

Se han establecido los siguientes criterios de inclusión/exclusión:

##### **Criterios de inclusión**

1. Sujetos de nacionalidad española y raza caucásica
2. Sujetos entre 20 y 30 años, y de entre 50 y 60 años.
3. Sujetos que presenten al menos un incisivo central superior y un canino superior.

4. Sujetos que den su consentimiento para participar en el estudio.

#### **Criterios de exclusión**

1. Sujetos que presenten restauraciones (obturaciones o coronas) en los dientes de estudio.
2. Sujetos que presenten una falta de integridad de la superficie del esmalte.
3. Sujetos que presenten tinciones extrínsecas e intrínsecas (por ejemplo, tinción por tetraciclinas, fluorosis...) en los dientes de estudio.
4. Sujetos que hayan sufrido algún traumatismo en la región oral.
5. Sujetos que hayan sido sometidos a tratamientos blanqueadores en los dientes.

En el caso de los pacientes fumadores, para eliminar cualquier tinción de tipo extrínseca se pasará un cepillo con pasta de pulir previamente a la toma de color.

El protocolo de este estudio ha sido presentado y aceptado por el Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Clínico Universitario San Carlos (Anexo III). Se presentó a cada uno de los sujetos del estudio un consentimiento informado por escrito (Anexo I), donde se explicaba de manera expresa el procedimiento a realizar, para que lo firmaran.

#### **4.2. Recogida de datos-mediciones**

Las mediciones del color dental se llevaron a cabo mediante el espectrofotómetro **Easyshade compact (Vita Zahnfabrik)** (nº de serie: H20394) (Fig. 5). El espectrofotómetro está compuesto por una unidad central con pantalla y por un terminal con una fuente de luz LED blanco de alta potencia y un lector, una batería recargable de ion-litio y láminas protectoras contra infecciones entre otros y sus características técnicas proporcionadas por la casa comercial se detallan en la siguiente tabla. (Fig. 6)



Figura 5. Espectrofotómetro Vita Easyshade Compact

**El Vita Easyshade compact** es un espectrofotómetro portátil e inalámbrico, con una especie de pistola de mano con fibra óptica. El orificio de salida de la pieza de mano se cubre con una lámina muy fina de poliuretano al contactar con la superficie dental.

La pieza de mano presenta fibras ópticas para la iluminación de la superficie (halógenas) y múltiples espectrómetros para el proceso de medida. Uno monitoriza la emisión de la luz mientras que los otros dos miden la luz dispersa por el diente a dos distancias diferentes al punto donde incide para evitar el “scattering” o difusión en lo posible.

DATOS TÉCNICOS VITA EASYSHADE COMPACT	
ALTURA/ANCHURA/PROFUNDIDAD	15,9 cm/17,2 cm/10,8 cm
PESO	511 g
BATERÍA	Batería recargable de ión-litio
FUENTE DE LUZ	LED blanco de alta potencia
CONEXIÓN	Utilizar exclusivamente con la fuente de alimentación autorizada VITA, ref. D46002
CLASIFICACIONES	UL 60601-1 Aparato de clase II Grado de protección tipo B IPXO Este apartado no está indicado para el uso con aplicación de narcótico inflamable con aire o gas de la risa
INTERVALO DE TEMPERATURA	De 15 °C a 40 °C

Figura 6. Datos técnicos Espectrofotómetro Vita Easyshade Compact.

Las mediciones han sido realizadas por un investigador principal, un graduado en Odontología que ha sido instruido teórica y prácticamente durante 2 días en el manejo del espectrofotómetro Easyshade. Se han realizado tres mediciones por persona y diente (incisivo central y canino superiores), en definitiva, un total de seis mediciones por persona.

Antes de proceder a la medición, se colocará el protector higiénico en la punta lectora del espectrofotómetro y se calibrará la lámpara, según las indicaciones del fabricante, ya que se van a realizar mediciones repetidas y pueden cambiar las condiciones ambientales de un sillón dental a otro. (Fig. 7)



Figura 7. Calibración del espectrofotómetro.

A continuación, se le pide al paciente que abra ligeramente su boca, retirando los labios y la punta lectora es colocada sobre el diente elegido para determinar el color, a nivel del tercio medio del diente, ya que es la zona más representativa. El resultado proporcionado por el espectrofotómetro se registrará de dos formas, la primera el color según la nomenclatura de la guía Vita 3D Master y la segunda según el sistema CIELab correspondiente según  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . (Fig. 8)



Figura 8. Lecturas espectrofotométricas de las coordenadas de color

En cuanto a las **variables** con las que se ha trabajado, se describen las variables independientes (VI) grupo de edad (expresada en años), género (varón/mujer) y tipo de diente (incisivo central superior y canino superior), todas ellas variables cualitativas. Las variables dependientes (VD) han sido: el color dental según la guía 3D Master Vita® (valor, tono e intensidad) como variable cualitativa, y las variables cuantitativas ordinales continuas L (valor), C (intensidad), h (tinte) y las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$ .

Los datos obtenidos han sido recogidos en una tabla previamente diseñada para facilitar el procedimiento (Anexo II), y posteriormente han sido introducidos en una tabla de Excel para su análisis estadístico.

#### 4.3. Análisis estadístico de los datos

Para el análisis estadístico se ha empleado la aplicación informática SPSS-22 (IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics v 22.0 for Windows; Armonk. NY. USA).

Se ha llevado a cabo en primer lugar un estudio estadístico descriptivo aplicado a las tres dimensiones del color. Para ello se ha realizado la **prueba  $\chi^2$  de homogeneidad** para determinar si existe homogeneidad tanto por edad como sexo en todos los sub-grupos formados en función de estas dos variables. A continuación, se expone la descriptiva de las variables empleadas en el estudio con objeto de conocer cuál es la distribución de las variables, tanto de las variables cualitativas (color dental según la guía 3D Máster Vita) como de las variables cuantitativas  $L^*$ ,  $C^*$  y  $h^*$  y las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$ , por grupo de edad, género y tipo de diente. De esta forma, se pueden establecer también los colores más frecuentes en la muestra de población seleccionada por grupos de edad y por género y según el tipo de diente a partir de la nomenclatura de la guía 3D Máster Vita, proporcionado también por el espectrofotómetro.

En segundo lugar, se ha realizado la estadística analítica con el test de significación para determinar el efecto de la edad y del sexo sobre las variables valor ( $L^*$ ), intensidad ( $C^*$ ) y tinte ( $h^*$ ) y las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  obtenidas mediante espectrofotómetro. La muestra ha sido sometida al análisis estadístico mediante el test de bondad de ajuste de **Kolmogorov-Smirnov**, para comprobar si los parámetros  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  se ajustan a criterios de normalidad.

Se han aplicado dos tipos de test de diferencia de medias en grupos independientes; en primer lugar la **T de Student** para realizar un estudio univariante del efecto de cada factor (sexo, edad y tipo de diente) en las 5 VD; y en segundo lugar el **Test de análisis de variancia Anova** para realizar un estudio multivariado en el que se han comprobado los efectos de las combinaciones de estos tres factores sobre las variables de color, así como una **regresión lineal** para determinar si alguno de los factores de estudio tienen poder predictivo sobre las variables del color.



Además, mediante la **fórmula de diferencia de color** del sistema CIELab ( $\Delta E^*$ ) explicada anteriormente se calculará la perceptibilidad visual de las diferencias de color entre los dos dientes medidos (incisivo central y canino superiores) en su tercio medio.

El estudio se realizó entre los meses comprendidos desde enero de 2016 hasta junio de 2016 en la Universidad Complutense de Madrid. De forma continuada se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de la bibliografía necesaria para la realización de dicho trabajo.

## 5. RESULTADOS

El análisis estadístico se ha estructurado en las 2 partes habituales.

Una primera donde se procede a realizar una aproximación descriptiva de la población de estudio, en todas las variables que se han recogido, tanto las de resultado (VD) como las que se pueden considerar como factores de predicción (VI) de éstos. En esta parte, las variables categóricas se describen en la forma habitual: frecuencia y porcentaje. Las variables de tipo cuantitativo, se describen con: rango (mínimo/máximo), media (con IC al 95%) mediana y desviación típica. Así mismo, se ha utilizado con ellas el Test de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de la distribución de estas variables (se considera desvío significativo solo si  $p < .01$ ) junto a sus índices descriptivos de asimetría y curtosis (altura).

En la segunda parte se procede a realizar un estudio inferencial univariante y multivariante de la relación de cada VI con cada una de las VD de resultado, empleando para ello los test adecuados al tipo de variables que se cruzan. Siendo las VI de tipo categórico y las VD medidas de tipo cuantitativo se han empleado test de contraste de la significación de diferencias entre las medias: T de Student para la parte de efectos univariantes. De la existencia de diferencias significativa entre las medias, se deduce que las variables están relacionadas significativamente. Para el estudio multivariante, se ha empleado Anova y Regresión lineal, como métodos de estudio explicativo y predictivo de los valores de las variables medidas en forma cuantitativa. En todos los casos, se ha calculado el tamaño del efecto con el mismo estadístico ( $R^2$ ) con el objeto de que estos valores sean comparables entre sí.

Para estas pruebas estadísticas inferenciales, se considera significación cuando  $p < .05$  (n.c. 5% habitual).

### 5.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

#### 5.1.1. Descripción de la composición de la muestra.

Se ha tomado un grupo de 100 participantes formado por pacientes, alumnos y docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid de nacionalidad española y

raza caucásica, procedentes de diferentes áreas geográficas de la Comunidad Autónoma de Madrid: 67 mujeres y 33 hombres. La edad media de estos participantes es de 40 años, con desviación estándar (DE.) de 16.3, dentro de un rango de 21 a 60 años. Pero los casos, están tomados en dos extremos de edad, de manera que la mitad de ellos (50) están en el rango entre 20-30 años y la otra mitad (50) en el rango entre 50-60 años. La media de edad del grupo joven es de 24.1 (DE. 2.94) y la del grupo mayor es de 55.9 (DE. 3.6) siendo, obviamente la diferencia entre ambos estadísticamente significativa para  $p < .001$  (Student:  $t=48.23$ ; 98 gl;  $p < .000$ )

De cada uno de estos sujetos participantes, se han tomado dos dientes: incisivo central y canino, que son los objetos estadísticos de esta investigación. Por tanto, la muestra para el análisis está formada por  $N=200$  piezas dentales, o unidades estadísticas: 100 (50%) incisivos centrales y 100 (50%) caninos.

En ambos grupos de dientes, como es lógico un 67% (67) son de mujeres y un 33% (33) de hombres. Y la mitad (50) son del grupo de edad joven (20-30 años) y la otra mitad del grupo de edad mayor (50-60 años). La tabla 1 resume la composición de la muestra, con respecto a estos 3 factores:

**Tabla 1: Análisis descriptivo.** Composición de la muestra de análisis ( $N=200$  piezas dentales)

<i>Variable</i>	<i>Categoría</i>	<i>Descriptivos</i>	<b>Incisivo Cent.</b>	<b>Canino</b>
<b>Tipo de diente</b>	<i>Incisivo central</i>	100 (50.0%)	100	-
	<i>Canino</i>	100 (50.0%)	-	100
<b>Sexo</b>	<i>Mujer</i>	100 (50.0%)	67	67
	<i>Varón</i>	100 (50.0%)	33	33
<b>Edad</b>	<i>20-30 años</i>	100 (50.0%)	50	50
	<i>50-60 años</i>	100 (50.0%)	50	50

Se ha realizado la prueba  $\chi^2$  de homogeneidad para determinar si existe homogeneidad tanto por edad como sexo en todos los sub-grupos formados en función de estas dos variables. La prueba demuestra con una  $p > .05$  que el número de hombres y mujeres está proporcionado en cada grupo de edad ( $\chi^2=0.81$ ; 1 gl;  $p=.367$ ) según la tabla 2.

**Tabla 2:** *Equivalencia entre grupos en edad y sexo.*

<i>Categorías</i>		<b>Género</b>		<b>Test Chi cuadrado</b>	
		<b>Masculino (n=33)</b>	<b>Femenino (n=67)</b>	<b>Valor Chi<sup>2</sup></b>	<b>P valor</b>
<b>Edad</b>	20-30 años (n=50)	15	18	0.41	.523 <sup>NS</sup>
	50-60 años (n=50)	18	32		

N.S. = NO significativo (P>.05)

### **5.1.2** Descripción del color según la escala Vita3D.

A continuación, y comenzando con la descriptiva del color, se procede a realizar un recuento de los diferentes tipos de color dental que según la escala Vita3D se han obtenido. La tabla 3 indica el total de casos de la muestra de piezas (N=200) y su detalle por cada tipo de diente. Se ha encontrado que el color más frecuente en global es el 2M2 (12.5%) que a su vez es más habitual en el incisivo central que en el canino. El segundo lugar está ocupado por el color 2L1.5 (9%) también más presente entre los incisivos centrales. El tercer lugar es para el 5M1 (8%) y el cuarto para el 4L1.5 (7.5%) siendo, por el contrario, éstos, más frecuentes en los caninos. En el detalle por piezas separadas, el tercer lugar entre los incisivos centrales es el color 1M1; mientras que, para los caninos, ese tercer puesto es para el color 2M3.

**Tabla 3:** *Análisis descriptivo.* Distribución de las categorías de color Vita3D (N=200 piezas dentales)

	<i>Muestra total</i>		<i>Tipo de pieza</i>	
	<i>n</i>	<i>%</i>	<i>Incisivo central</i>	<i>Canino</i>
<b>2M2</b>	25	12.5 %	16	9
<b>2L1.5</b>	18	9.0 %	13	5
<b>5M1</b>	16	8.0 %	4	12
<b>4L1.5</b>	15	7.5 %	4	11
<b>1M1</b>	14	7.0 %	13	1
<b>3L1.5</b>	13	6.5 %	9	4
<b>3M2</b>	13	6.5 %	3	10
<b>2M3</b>	12	6.0 %	1	11
<b>1M2</b>	11	5.5 %	8	3
<b>2M1</b>	10	5.0 %	9	1
<b>3M3</b>	9	4.5 %	1	8
<b>4M1</b>	8	4.0 %	6	2
<b>4M2</b>	7	3.5 %	2	5
<b>4R1.5</b>	5	2.5 %	2	3
<b>2R1.5</b>	4	2.0 %	3	1
<b>2R2.5</b>	4	2.0 %	1	3
<b>3M1</b>	4	2.0 %	3	1
<b>3R2.5</b>	3	1.5 %	0	3
<b>5M2</b>	3	1.5 %	0	3
<b>4R2.5</b>	2	1.0 %	1	1
<b>2L2.5</b>	1	0.5 %	0	1
<b>3L2.5</b>	1	0.5 %	1	0
<b>3R1.5</b>	1	0.5 %	0	1
<b>4R2.5</b>	1	0.5 %	0	1
<b>Total</b>	200	100 %	100	100

Por otro lado, si se consideran las variables género y edad, la tabla 4 muestra que el color más frecuente en el grupo de mujeres es el 1M1 y el 2L1.5, que son a su vez los colores más habituales en el incisivo central, mientras que para los caninos de las mujeres de la muestra, los colores que se presentan con mayor frecuencia son el 2M3 y el 2M2. Este último (2M2), sin embargo, resulta ser el color más frecuente en el grupo de sujetos de sexo masculino, que es, a su vez, el de mayor frecuencia para los incisivos centrales. Para los caninos en este grupo, los colores más habituales son el 3M2 y el 5M1, los cuales ocupan el segundo y el tercer lugar dentro de los colores más frecuentes de los participantes masculinos.

**Tabla 4: Análisis descriptivo.** Distribución de las categorías de color Vita3D (N=200 piezas dentales) según sexo

	<i>Hombres</i>		<i>Mujeres</i>	
	<i>Incisivo central</i>	<i>Canino</i>	<i>Incisivo central</i>	<i>Canino</i>
<b>1M1</b>	2 (3.0%)	--	<b>11 (8.2%)</b>	1 (0.7%)
<b>1M2</b>	--	1 (1.5%)	8 (6.0%)	2 (1.5%)
<b>2L1.5</b>	2 (3.0%)	1 (1.5%)	<b>11 (8.2%)</b>	4 (3.0%)
<b>2L2.5</b>	--	--	--	1 (0.7%)
<b>2M1</b>	2 (3.0%)	--	<b>7 (5.2%)</b>	1 (0.7%)
<b>2M2</b>	<b>9 (13.6%)</b>	--	<b>7 (5.2%)</b>	<b>9 (6.7%)</b>
<b>2M3</b>	1 (1.5%)	2 (3.0%)	--	<b>9 (6.7%)</b>
<b>2R1.5</b>	1 (1.5%)	--	2 (1.5%)	1 (0.7%)
<b>2R2.5</b>	--	1 (1.5%)	1 (0.7%)	2 (1.5%)
<b>3L1.5</b>	3 (4.5%)	1 (1.5%)	<b>6 (4.5%)</b>	3 (2.2%)
<b>3L2.5</b>	1 (1.5%)	--	--	--
<b>3M1</b>	--	--	3 (2.2%)	1 (0.7%)
<b>3M2</b>	1 (1.5%)	<b>6 (9.1%)</b>	2 (1.5%)	4 (3.0%)
<b>3M3</b>	--	3 (4.5%)	1 (0.7%)	5 (3.7%)
<b>3R1.5</b>	--	1 (1.5%)	--	--
<b>3R2.5</b>	--	1 (1.5%)	--	2 (1.5%)
<b>4L1.5</b>	<b>4 (6.1%)</b>	3 (4.5%)	--	<b>8 (6.0%)</b>
<b>4M1</b>	3 (4.5%)	2 (3.0%)	3 (2.2%)	--
<b>4M2</b>	1 (1.5%)	2 (3.0%)	1 (0.7%)	3 (2.2%)
<b>4R1.5</b>	--	1 (1.5%)	2 (1.5%)	2 (1.5%)
<b>4R2.5</b>	1 (1.5%)	--	--	2 (1.5%)
<b>5M1</b>	2 (3.0%)	<b>6 (9.1%)</b>	2 (1.5%)	<b>6 (4.5%)</b>
<b>5M2</b>	--	2 (3.0%)	--	1 (0.7%)
<b>Total</b>	33 (100%)	33 (100%)	67 (100%)	67 (100%)

La tabla 5 refleja los colores de dientes más frecuentes según el grupo de edad. Así, se observa que en el grupo de menor edad (20-30 años), el color 1M1 es el más frecuente, que es también el más frecuente para los incisivos centrales, seguido del color 2M2, que es por el contrario, el más frecuente para los incisivos centrales en el grupo de edad avanzada (50-60 años). En el caso de los caninos, para el grupo de 20-30 años, el color más habitual es el 2M3 seguido del 2M2; y para el grupo de 50-60 años, el más habitual es el 5M1 seguido del 4L1.5.

**Tabla 5:** *Análisis descriptivo.* Distribución de las categorías de color Vita3D (N=200 piezas dentales) según edad.

	20-30 años		50-60 años	
	<i>Incisivo central</i>	<i>Canino</i>	<i>Incisivo central</i>	<i>Canino</i>
<b>1M1</b>	<b>12 (12.0%)</b>	1 (1.0%)	1 (1.0%)	--
<b>1M2</b>	<b>7 (7.0%)</b>	2 (2.0%)	1 (1.0%)	1 (1.0%)
<b>2L1.5</b>	<b>8 (8.0%)</b>	5 (5.0%)	5 (5.0%)	--
<b>2L2.5</b>	--	1 (1.0%)	--	--
<b>2M1</b>	<b>7 (7.0%)</b>	1 (1.0%)	2 (2.0%)	--
<b>2M2</b>	<b>9 (9.0%)</b>	<b>8 (8.0%)</b>	<b>7 (7.0%)</b>	1 (1.0%)
<b>2M3</b>	1 (1.0%)	<b>10 (10.0%)</b>	--	1 (1.0%)
<b>2R1.5</b>	1 (1.0%)	--	2 (2.0%)	1 (1.0%)
<b>2R2.5</b>	1 (1.0%)	2 (2.0%)	--	1 (1.0%)
<b>3L1.5</b>	2 (2.0%)	1 (1.0%)	<b>7 (7.0%)</b>	3 (3.0%)
<b>3L2.5</b>	--	--	1 (1.0%)	--
<b>3M1</b>	--	--	3 (3.0%)	1 (1.0%)
<b>3M2</b>	--	6 (6.0%)	3 (3.0%)	4 (4.0%)
<b>3M3</b>	--	3 (3.0%)	1 (1.0%)	5 (5.0%)
<b>3R1.5</b>	--	1 (1.0%)	--	--
<b>3R2.5</b>	--	3 (3.0%)	--	--
<b>4L1.5</b>	2 (2.0%)	2 (2.0%)	2 (2.0%)	<b>9 (9.0%)</b>
<b>4M1</b>	--	--	6 (6.0%)	2 (2.0%)
<b>4M2</b>	--	2 (2.0%)	2 (2.0%)	3 (3.0%)
<b>4R1.5</b>	--	1 (1.0%)	2 (2.0%)	2 (2.0%)
<b>4R2.5</b>	--	--	1 (1.0%)	1 (1.0%)
<b>5M1</b>	--	--	4 (4.0%)	<b>12 (12.0%)</b>
<b>5M2</b>	--	1 (1.0%)	--	2 (2.0%)
<b>Total</b>	100 (100%)	100 (100%)	100 (100%)	100 (100%)

### 5.1.3 Descripción de las variables de resultado de la medida del color CIELCh y las coordenadas $a^*$ y $b^*$ (VD).

A continuación, se procede a realizar el análisis exploratorio y descriptivo de los valores recogidos según el método CIELab en las tres dimensiones del color (L, C y h) y de las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$ , en la muestra completa de las 200 piezas dentales. De cada una de ellas, se tomaron 3 medidas repetidas de las 5 variables con objeto de garantizar una mayor fiabilidad y precisión en el proceso de medición. Con estos tres valores, se calculó una media aritmética para trabajar con un solo

valor para cada diente u objeto estadístico. Por tanto, lo que se describe a continuación, son el conjunto de los valores medios en las 5 variables medidas en los 200 dientes.

Para la exploración, se ha empleado el diagrama box-plot con la intención de determinar la posible existencia de valores fuera de rango (*outliers*, en especial de tipo *far out*) que pudieran ejercer alguna distorsión sobre los resultados posteriores. Así mismo, se procede a estudiar la forma de las variables con los índices de asimetría y curtosis (altura), así como con un test inferencial de bondad de ajuste al modelo de la campana normal de Gauss, en concreto el Test de Kolmogorov-Smirnov (KS), en el que se considera falta de normalidad solo si aparecen desajustes graves significativos ( $p < .01$ ).

Para la descripción de las variables, se han empleado los estadísticos habituales en estas variables: media con IC al 95%, mediana, desviación estándar y rango (mínimo/máximo). Todos estos resultados se resumen en la tabla 3 y en los gráficos del nº 1 al nº 10 que siguen.

En la exploración de las variables, no se ha encontrado una elevada incidencia de valores de tipo *outlier*. Solamente en una variable, en la coordenada  $a^*$ , se observado 1 dato que se presenta como un fuera de rango *far out* por el extremo superior de la distribución (el caso 162, sujeto 81, con un valor de 10.3). No obstante, al ser solamente 1 único valor no se ha considerado que su capacidad de distorsión tenga un peso importante en los promedios de la muestra por lo que se ha mantenido dentro del estudio. Con respecto al ajuste a la campana normal, en general los valores de los índices de asimetría y curtosis están dentro de los rangos de normalidad. En esta línea los valores de las  $p$  exactas de significación del test KS de bondad de ajuste, no indican la existencia de diferencias que se puedan considerar como estadísticamente significativas ( $p > .05$ ) con respecto a la curva normal. Solamente en la citada coordenada  $a^*$ , y en parte debido al caso fuera de rango antes comentado, se aprecia un cierto grado de asimetría, así como una variación en la altura que podrían indicar un relativo alejamiento de la campana de Gauss. A pesar de lo cual se mantiene la ausencia de significación estadística según el test KS ( $p > .05$ ). Por tanto, se concluye que podemos admitir que todas las variables se distribuyen normalmente o al menos que tienden hacia la normalidad.

En cuanto a la descripción de estas variables, los valores de los estadísticos calculados se muestran en la tabla 6.

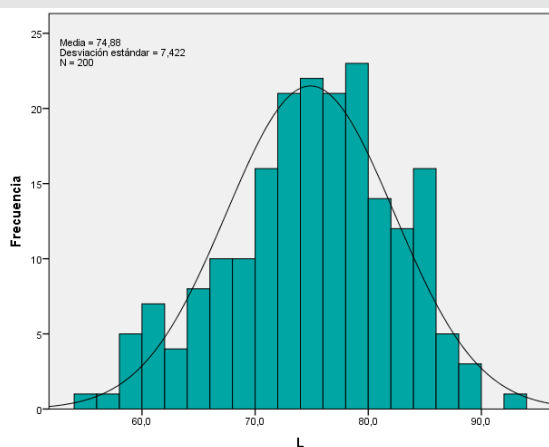


**Tabla 6: Análisis exploratorio y descriptivo. Variables de color (N=200 piezas)**

Variables CIELab	Media	I.C. 95%		Desviación estándar	Rango (Min / Máx.)	Mediana	Asimetría	Curtosis	Test KS: p valor
		Lim. Inf.	Lim. Sup.						
<b>L (Luminosidad)</b>	74.88	73.85	75.92	7.42	54.2 / 92.0	73.35	-0.36	-0.30	.572 <sup>NS</sup>
<b>C (intensidad)</b>	20.20	19.42	20.98	5.59	9.3 / 38.5	19.85	0.32	-0.43	.422 <sup>NS</sup>
<b>H (tinte)</b>	90.15	89.44	90.85	5.05	70.0 / 102.4	89.65	-0.48	-1.32	.337 <sup>NS</sup>
<b>Coord. a*</b>	0.28	0.03	0.52	1.76	-2.7 / 10.3	0.10	1.52	5.00	.103 <sup>NS</sup>
<b>Coord. b*</b>	20.13	19.34	20.93	5.71	9.1 / 39.2	19.85	0.40	-0.07	.338 <sup>NS</sup>

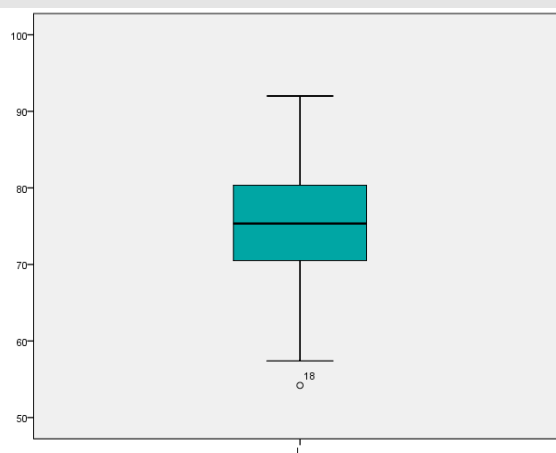
NS = Desvío NO significativo (p>.05) la variable se distribuye normalmente

**Gráfico 1: Histograma. Distribución de valor de L (N=200)**



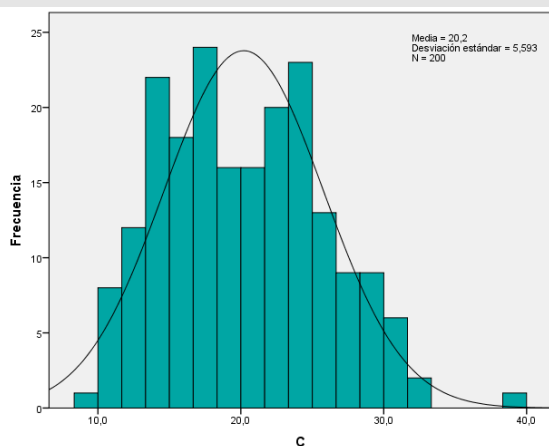
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 2: Box-plot. Exploración de valor de L (N=200)**



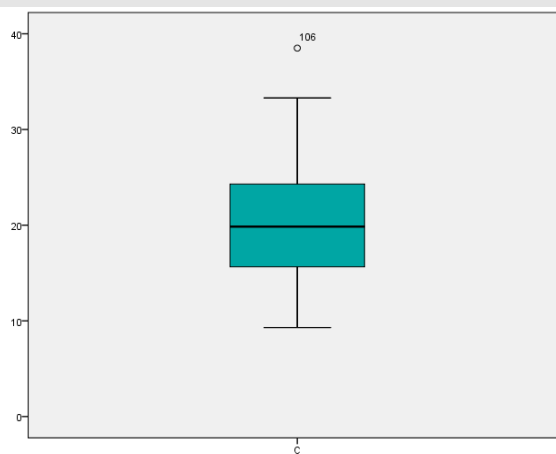
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 3: Histograma. Distribución de valor de C (N=200)**



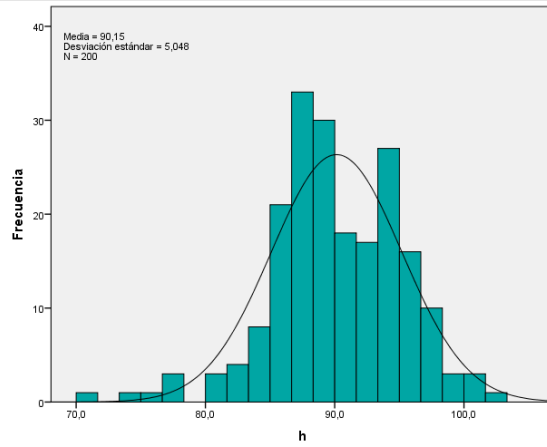
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 4: Box-plot. Exploración de valor de C (N=200)**

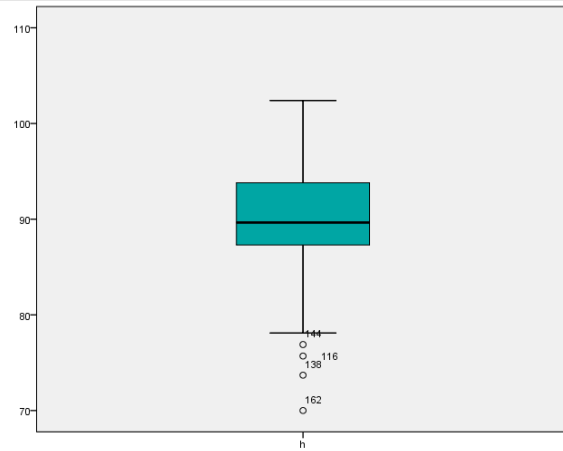


Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

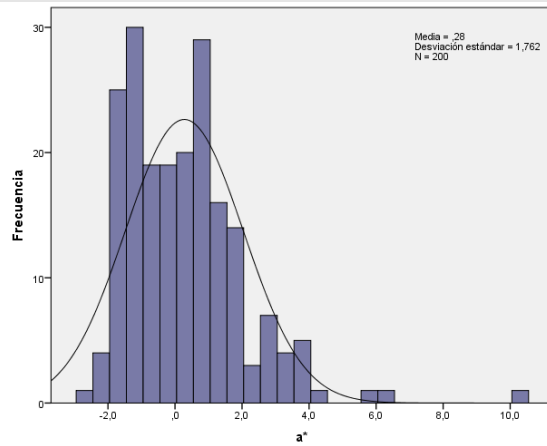
**Gráfico 5:** *Histograma.* Distribución de valor de h (N=200)



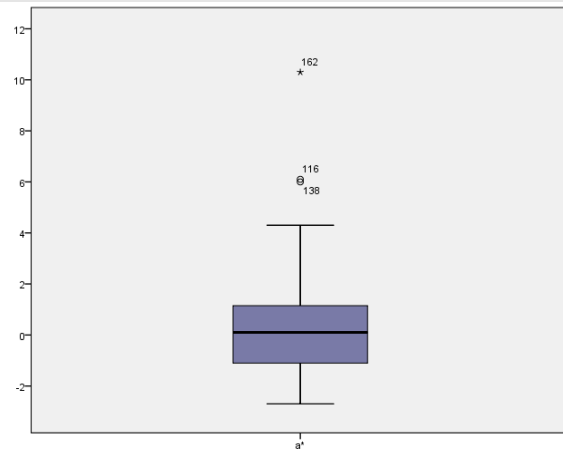
**Gráfico 6:** *Box-plot.* Exploración de valor de h (N=200)



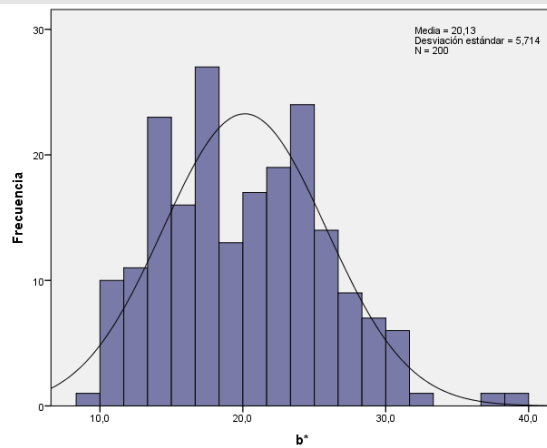
**Gráfico 7:** *Histograma.* Distribución de valor de a\* (N=200)



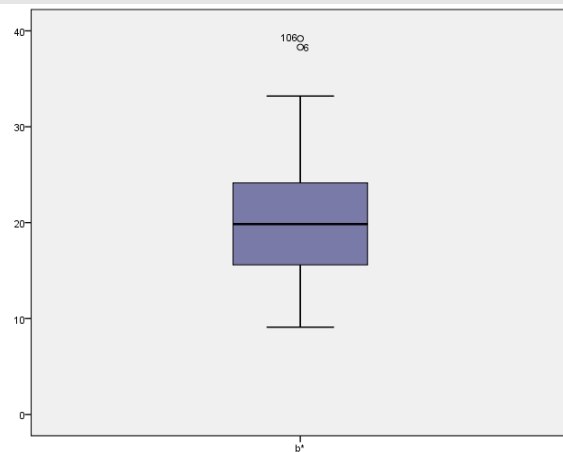
**Gráfico 8:** *Box-plot.* Exploración de valor de a\* (N=200)



**Gráfico 9:** *Histograma.* Distribución de valor de b\* (N=200)



**Gráfico 10:** *Box-plot.* Exploración de valor de b\* (N=200)



## 5.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

Basándonos en el ajuste a la normalidad de las 5 VD, probado en la exploración anterior, se ha optado por la utilización de pruebas de tipo paramétrico para esta parte de contrastes inferenciales. Este tipo de test estadísticos se caracterizan por una mayor potencia. Además, se pueden acompañar del cálculo del tamaño del efecto, que nos permite comparar la magnitud de las diferencias en el caso de que unas VD y otras se midan en diferentes unidades de medida, como ocurre en nuestro estudio. Habitualmente el tamaño del efecto cuando se comparan medias, se estima con la conocida “*d*” de Cohen. Sin embargo, esta herramienta tiene ciertas dificultades interpretativas como por ejemplo la falta de una escala cerrada de valores (no tiene límite superior conocido). Esta razón, unida al tipo de test estadístico que se van a emplear, nos ha llevado a optar por expresar el tamaño del efecto en forma del conocido índice  $R^2$ . Este índice sí tiene una escala cerrada [0 - 1] y multiplicado por 100 puede ser leído como un porcentaje. Además, hay referencias fijadas en la literatura para su interpretación. Así, a grandes rasgos, un valor de  $R^2$  sobre .100 es un efecto leve, sobre .180 ya es moderado alto, sobre .250 elevado, sobre .360 grande y a partir de .450 es ya muy grande.(34)

En primer lugar, se procede a realizar un estudio univariante del efecto de cada factor (sexo, edad y tipo de diente) en las 5 VD. Para ello se ha empleado la conocida prueba T de Student para grupos independientes entre sí. En este análisis, los valores de las p de significación se estiman a una cola, puesto que las hipótesis planteadas expresan la dirección de las posibles diferencias entre grupos.

A continuación, se ha realizado un estudio multivariado en el que se han comprobado los efectos de las combinaciones de estos tres factores sobre las variables de color. Para ello, se han empleado pruebas de la familia del Análisis de varianza (ANOVA). Este tipo de procedimiento estadístico no permite que los valores de p significación sean de una cola, a pesar de lo formulado en las hipótesis. En consecuencia, estas p son de tipo bilateral y por tanto estamos antes pruebas más conservadoras (es más difícil encontrar significaciones).

### 5.2.1 Diferencias según género en las variables de color.

Los resultados de estos test de contraste se resumen en la tabla 7 que sigue.

Se ha encontrado que:

- *Luminosidad (L)*. La media de las mujeres (76.2) es más elevada que la media de los hombres (72.2) siendo la diferencia entre géneros altamente significativa para  $p < .001$ ; aunque el tamaño del efecto es leve (6.4%)
- *Intensidad (C)*. En esta variable, al contrario, es la media de los varones (21.1) la que aparece más elevada que la de las mujeres (19.8). La diferencia no alcanza a probar la significación estadística ( $p > .05$ ) aunque se podría decir que es casi significativa ( $p < .10$ ) por lo que podría estar indicando una tendencia en el sentido comentado.
- *Tinte (h)*. La media de las mujeres de nuevo es más alta que la de los varones (90.7 vs 88.9), siendo esta diferencia de nuevo significativa (para  $p < .01$ ) si bien es cierto que el tamaño del efecto es bajo (2.8%).
- *Coordenada a\**. La media de los hombres (0.6) es superior a la media de las mujeres (0.1), diferencia que es significativa para  $p < .05$ , aunque de nuevo equivalente a un efecto pequeño (1.8%).
- *Coordenada b\**. Se ha obtenido que la media de los hombres (21.1) es más alta que la de más mujeres (19.7) pero como en el caso de la intensidad, la diferencia no llega a ser estadísticamente significativa ( $p > .05$ ) aunque por escaso margen y también se podría decir que presenta una casi significación ( $p < .10$ ) que podría estar indicando una tendencia.

**Tabla 7:** *Análisis inferencial: Diferencia de medias con T de Student.* Contraste de diferencias entre las medias de las variables de color, en función del GÉNERO (N=200 piezas) independiente de los otros factores.

<b>Variables CIELab</b>	<b>Varones</b>			<b>Mujeres</b>			<b>T Student</b>		<b>Tamaño del efecto: R<sup>2</sup></b>
	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>Valor</b>	<b>p</b>	
<b>L (Luminosidad)</b>	66	72.22	7.05	134	76.19	7.27	-3.67	.000**	.064
<b>C (intensidad)</b>	66	21.12	5.30	134	19.75	5.69	1.63	.057 <sup>NS</sup>	.013
<b>H (tinte)</b>	66	88.94	4.52	134	90.74	5.20	-2.40	.009**	.028
<b>Coord. a*</b>	66	0.62	1.56	134	0.11	1.84	1.92	.028 *	.018
<b>Coord. b*</b>	66	21.06	5.29	134	19.67	5.88	1.62	.053 <sup>NS</sup>	.013

N.S. = NO significativo al 5% ( $p > .05$ )

\* = Significativo al 5% ( $p < .05$ )

\*\* = Altamente significativo al 1% ( $p < .01$ )

### 5.2.2. Diferencias según edad en las variables de color.

Los resultados de estos test de contraste se resumen en la tabla 8 que sigue y se puede decir que:

- *Luminosidad (L)*. La media de los participantes más jóvenes (79.1) es superior a la media de los de mayor edad (70.7) diferencia que es altamente significativa ( $p < .001$ ) y que se corresponde con un tamaño del efecto muy elevado (32.5%). En consecuencia, parece muy factible la existencia de una relación por la cual, a menor edad más elevado valor en L.
- *Intensidad (C)*. Por el contrario, la media de los más jóvenes (19.4) es ahora menor que la media de los de personas de más edad (21.0). Aunque la diferencia en términos absolutos parece pequeña, presenta significación estadística para  $p < .05$ , pero siendo el tamaño de su efecto bajo (solo de un 2.1%) por lo que de existir relación sería muy leve, en el sentido de que mayor edad se asociaría con valores más altos en C.
- *Tinte (h)*. La media de los jóvenes (91.9) es más elevada que la media de las personas de mayor edad (88.4) siendo esta diferencia altamente significativa ( $p < .001$ ) y equivalente a un tamaño del efecto entre leve y moderado bajo (11.7%). Este resultado nos permite admitir con bastante seguridad la existencia de relación en el sentido de que, a menor edad, mayor valor de h.
- *Coordenada  $a^*$* . La media de los sujetos de edad joven es inferior aritméticamente y de signo negativo (-0.2) comparada con la media de los participantes de más edad (que además es positiva: 0.8). La diferencia entre ambos es estadísticamente significativa para  $p < .001$  y se corresponde con un tamaño del efecto leve (8.4%). Este resultado podría indicar que los más jóvenes tienden hacia valores negativos en  $a^*$ , en tanto que los de más edad tienden a valores positivos y más alejados del 0 de esta coordenada.
- *Coordenada  $b^*$* . La media de las personas de menor edad ha resultado ser menor que la media de las personas de mayor edad (19.4 vs 20.8) alcanzando esta diferencia significación estadística ( $p < .05$ ) aunque con un efecto bajo (solo 1.6%). Aunque con cierta debilidad, parece que podría existir una relación por la cual los valores de  $b^*$  son más altos en personas de más edad.

**Tabla 8:** *Análisis inferencial: Diferencia de medias con T de Student.* Contraste de diferencias entre las medias de las variables de color, en función de la EDAD (N=200 piezas) independiente de los otros factores.

Variables CIELab	De 20 a 30 años			De 50 a 60 años			T Student		Tamaño del efecto: R <sup>2</sup>
	N	Media	D.E.	N	Media	D.E.	Valor	P	
<b>L (Luminosidad)</b>	100	79.10	5.50	100	70.66	6.67	9.76	.000**	.325
<b>C (intensidad)</b>	100	19.39	5.71	100	21.01	5.38	-2.06	.020 *	.021
<b>H (tinte)</b>	100	91.87	4.28	100	88.42	5.19	5.13	.000**	.117
<b>Coord. a*</b>	100	-0.23	1.40	100	0.79	1.94	-4.26	.000**	.084
<b>Coord. b*</b>	100	19.42	5.99	100	20.84	5.36	-1.77	.039 *	.016

\* = Significativo al 5% (p<.05)      \*\* = Altamente significativo al 1% (p<.01)

### 5.2.3. Diferencias según tipo de diente en las variables de color.

Los resultados de estos test de contraste se encuentran en la tabla 9.

- **Luminosidad (L).** La media de los valores obtenidos en los incisivos centrales es más elevada (76.4) que la media de los caninos (73.3) diferencia que es significativa para p<.01 pero que se corresponde con un efecto bajo (4.3%).
- **Intensidad (C).** Ahora en esta variable la media de los incisivos centrales (17.0) es menor que la media de los caninos (23.4) siendo esta diferencia altamente significativa (p<.001) y equivalente a un tamaño del efecto elevado (32.8%).
- **Tinte (h).** En esta variable se ha encontrado que la media del grupo de incisivos centrales es más alta que la media del grupo de caninos (92.6 vs 87.7) con una alta significación (p<.001) y un tamaño del efecto elevado, aunque algo menor que en la anterior (23.6%).
- **Coordenada a\*.** El valor medio de los incisivos centrales es negativo (-0.5) en tanto que el valor medio de los caninos es positivo (1.1) y por tanto aritméticamente superior (o a la derecha). La diferencia entre ambos también alcanza una alta significación estadística (p<.001) y es equivalente a un efecto moderada alto (21.6%).
- **Coordenada b\*.** La media de los incisivos centrales es notablemente inferior (16.9) que la media de los caninos (23.4) presentando de nuevo una alta significación (p<.001) pero en este caso con un tamaño del efecto más elevado (32.2%).

**Tabla 9: Análisis inferencial: Diferencia de medias con T de Student.** Contraste de diferencias entre las medias de las variables de color, en función del tipo de PIEZA (N=200 piezas) independiente de los otros factores.

Variables CIELab	Incisivo central			Canino			T Student		Tamaño del efecto: R <sup>2</sup>
	N	Media	D.E.	N	Media	D.E.	Valor	P	
<b>L (Luminosidad)</b>	100	76.41	6.94	100	73.35	7.61	2.98	.001**	.043
<b>C (intensidad)</b>	100	17.01	4.52	100	23.40	4.66	-9.84	.000**	.328
<b>H (tinte)</b>	100	92.59	4.49	100	87.70	4.35	7.82	.000**	.236
<b>Coord. a*</b>	100	-0.54	1.31	100	1.09	1.78	-7.38	.000**	.216
<b>Coord. b*</b>	100	16.90	4.58	100	23.36	4.85	-9.69	.000**	.322

\*\* = Altamente significativo al 1% (p<.01)

En resumen, se han encontrado diferencias en la mayoría de las variables de color, sobre todo en función del tipo de diente y de la edad, aunque también hay algunas diferencias (más leves) por razón de género.

A continuación, se procede a estudiar el efecto de las interacciones de estos factores, utilizando modelos de descomposición de la varianza: modelo explicativo de efectos y modelo predictivo. Para el modelo explicativo se emplea el Anova de factores de efectos fijos, para el modelo predictivo se ha utilizado la Regresión lineal. Se introducen en ambos modelos, los tres factores (Tipo de diente, Edad y Sexo) junto a las interacciones entre ellos: las tres combinaciones dobles (diente/edad, diente/sexo y edad/sexo) así como la triple (diente/edad/sexo).

La exposición de los resultados se realiza en dos tablas, una para los descriptivos de los subgrupos que generan el cruce (combinación/interacción) de los tres factores y otra para los valores de los estadísticos de los modelos explicativos y predictivos. Y dada su complejidad, se presentan para cada una de las 5 VD por separado.

#### **5.2.4. Diferencias en Luminosidad (L).**

Se observan (tabla 10) diferencias altamente significativas (p<.001) debidas al efecto de las 3 variables, siendo la edad la que mayor parte de variabilidad explica (32.1%), en tanto que el tipo de diente y el sexo apenas explican alrededor de un 6 ó 7%. Desde el punto de vista predictivo se mantiene que los 3 factores pueden ser utilizados dentro de una ecuación que sea eficaz en la predicción de los valores de L con un grado de ajuste global grande (42%). De nuevo el mayor

poder predictivo recae en la edad, seguido del sexo y por último del tipo de diente. Ninguna de las interacciones alcanza significación estadística ( $p > .05$ ) ni como explicativa ni como predictor; es decir que las diferencias que se observaron en la anterior parte de análisis univariante, se mantienen con independencia del resto de factores.

La tabla 11 contiene los descriptivos de las interacciones dobles y de la triple, que posteriormente están representadas en las gráficas de la 11 a la 14. Así se observa que:

- Los valores de L son siempre más altos en los más jóvenes con respecto a los mayores, para ambos dientes (fig. 11)
- También son más altos para las mujeres que para los varones, en ambos dientes (fig. 12) y ambos grupos de edad (fig. 13 y 14).
- Y en la interacción triple, son más altos tanto en hombres como en mujeres, para los más jóvenes (recuérdese que la edad es el factor con más peso) y en ambos tipos de pieza.

**Tabla 10:** *Análisis multivariante de Componentes de la Varianza.* Modelos explicativos y predictivo de la LUMINOSIDAD (L) desde 3 factores: Pieza, Edad y Sexo, y sus interacciones.

Componentes		Modelo explicativo: ANOVA				Modelo predictivo: Regresión Lineal			
		ECM	F	p-valor	R <sup>2</sup>	Coef. B	IC al 95%	p-valor	R <sup>2</sup> parcial
<i>Factores:</i>	<b>Tipo Pieza</b>	421.13	12.73	.000**	.062	1.66	-1.18 / 4.50	.000**	.007
	<b>Gr. Edad</b>	3001.87	90.72	.000**	.321	6.88	4.10 / 9.65	.000**	.111
	<b>Sexo</b>	510.57	15.43	.000**	.074	-3.91	-7.26 / -0.57	.022 *	.027
<i>Interacciones:</i>	<b>Pieza / Edad</b>	45.86	1.39	.241 <sup>NS</sup>	.007	2.60	--	.194 <sup>NS</sup>	.009
	<b>Pieza / Sexo</b>	0.85	0.03	.873 <sup>NS</sup>	.000	0.83	--	.730 <sup>NS</sup>	.001
	<b>Edad / Sexo</b>	0.35	0.01	.918 <sup>NS</sup>	.000	0.73	--	.766 <sup>NS</sup>	.000
	<b>Pieza / Edad / Sexo</b>	3.35	0.10	.751 <sup>NS</sup>	.001	3.47	--	.751 <sup>NS</sup>	.001

N.S. = NO significativo al 5% ( $p > .05$ )

\* = Significativo al 5% ( $p < .05$ )

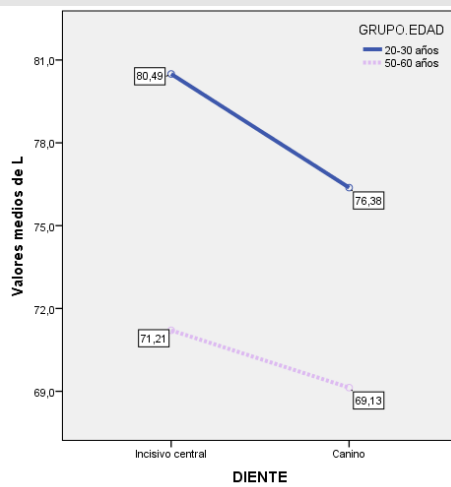
\*\* = Altamente significativo al 1% ( $p < .01$ )



**Tabla 11:** *Descriptivos.* Valores medios de LUMINOSIDAD (L) en las combinaciones de las categorías de los 3 factores.

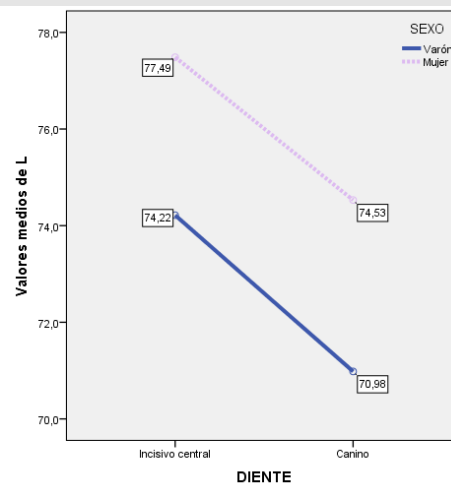
Factores		Incisivo Central			Canino		
Sexo	Edad	N	Media	D.E.	N	Media	D.E.
<b>Varón</b>		33	74.22	6.57	33	70.98	7.25
		67	77.49	6.80	67	74.53	7.47
	<b>20-30 años</b>	50	80.49	4.06	50	76.38	5.98
	<b>50-60 años</b>	50	71.21	5.85	50	69.13	7.33
<b>Varón</b>	<b>20-30 años</b>	15	78.77	4.57	15	74.79	5.97
	<b>50-60 años</b>	18	69.67	4.91	18	67.18	6.47
<b>Mujer</b>	<b>20-30 años</b>	35	82.22	3.39	35	77.97	5.82
	<b>50-60 años</b>	32	72.75	6.11	32	71.09	7.50

**Gráfico 11:** *Diagrama de medias.* Valores de L según PIEZA y EDAD.



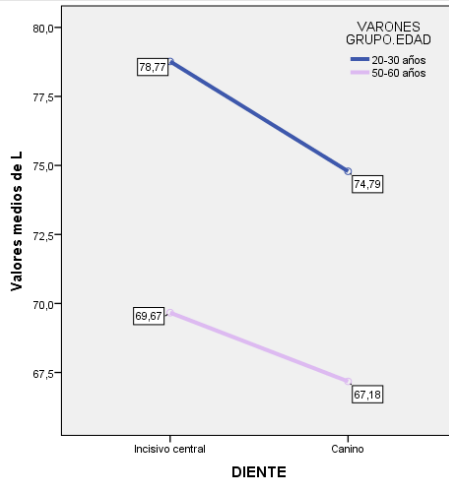
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 12:** *Diagrama de medias.* Valores de L según PIEZA y SEXO.



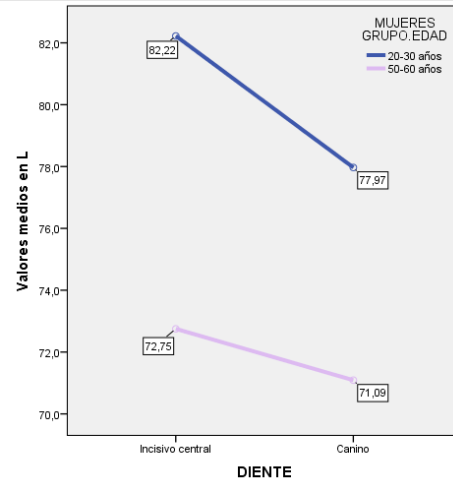
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 13:** Diagrama de medias. Valores de L según PIEZA y EDAD, para Sexo = VARÓN



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 14:** Diagrama de medias. Valores de L según PIEZA y EDAD, para Sexo = MUJER



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

### 5.2.5. Diferencias en Intensidad (C).

En esta segunda variable (tabla 12), solo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en función del tipo de diente ( $p < .001$ ) que es por tanto el único factor predictor eficaz. Tampoco las interacciones alcanzan significación estadística ( $p > .05$ ). Por tanto, desde esta perspectiva multivariante, solo el diente tiene peso en el modelo, manteniéndose las diferencias antes explicadas entre incisivo y canino (los caninos presentan un mayor valor de intensidad ( $C^*$ ) que los incisivos), independientemente del sexo y de la edad. Por ello se puede comprobar fácilmente en las gráfs. de 15 a la 18, que siempre las medias de los caninos son superiores.

Solo se observa una discrepancia con respecto a lo anteriormente comentado en referencia a que en el grupo de edad más avanzada los caninos presentan un mayor valor de intensidad para ambos sexos, ya que se observa que los varones que pertenecen al grupo de edad más joven, presentan un mayor valor de  $C^*$  para los caninos que el grupo de mayor edad. (Gráf. 17)

**Tabla 12:** *Análisis multivariante de Componentes de la Varianza.* Modelos explicativo y predictivo de la INTENSIDAD (C) desde 3 factores: Pieza, Edad y Sexo, y sus interacciones.

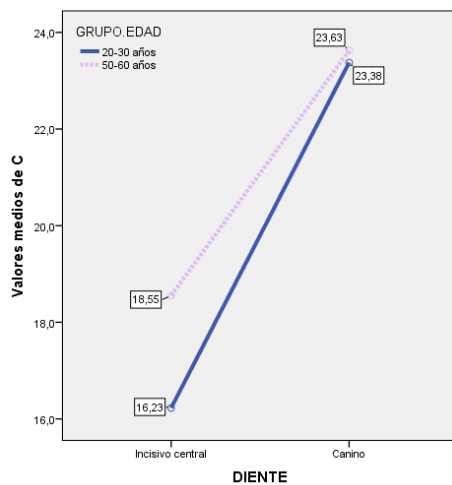
Componentes		Modelo explicativo: ANOVA				Modelo predictivo: Regresión Lineal			
		ECM	F	p-valor	R <sup>2</sup>	Coef. B	IC al 95%	p-valor	R <sup>2</sup> parcial
Factores:	<b>Tipo Pieza</b>	1641.30	81.48	.000**	.298	-6.20	-8.42 / -4.00	.000**	.138
	<b>Gr. Edad</b>	72.91	3.62	.059 <sup>NS</sup>	.019	-1.26	--	.252 <sup>NS</sup>	.007
	<b>Sexo</b>	73.96	3.67	.057 <sup>NS</sup>	.019	-0.58	--	.658 <sup>NS</sup>	.001
Interacciones:	<b>Pieza / Edad</b>	47.28	2.35	.127 <sup>NS</sup>	.012	-1.55	--	.320 <sup>NS</sup>	.005
	<b>Pieza / Sexo</b>	33.41	1.66	.199 <sup>NS</sup>	.009	2.27	--	.226 <sup>NS</sup>	.008
	<b>Edad / Sexo</b>	24.55	1.22	.271 <sup>NS</sup>	.006	2.02	--	.292 <sup>NS</sup>	.006
	<b>Pieza / Edad / Sexo</b>	3.05	0.15	.698 <sup>NS</sup>	.001	-1.05	--	.698 <sup>NS</sup>	.001

N.S. = NO significativo al 5% (p>.05) \* = Significativo al 5% (p<.05) \*\* = Altamente significativo al 1% (p<.01)

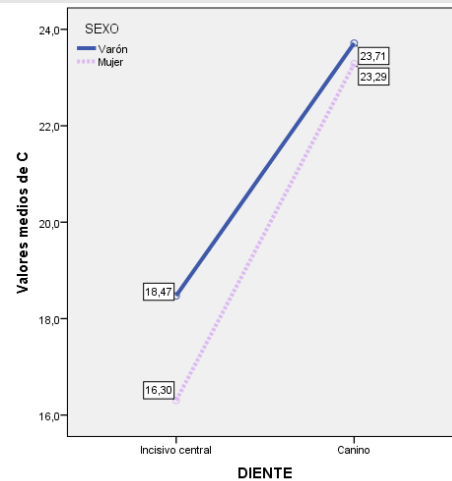
**Tabla 13:** *Descriptivos.* Valores medios de INTENSIDAD (C) en las combinaciones de las categorías de los 3 factores.

Factores		Incisivo Central			Canino		
Sexo	Edad	N	Media	D.E.	N	Media	D.E.
<b>Varón</b>		33	18.47	4.81	33	23.71	4.53
<b>Mujer</b>		67	16.30	4.21	67	23.29	4.76
	<b>20-30 años</b>	50	16.23	3.94	50	23.38	4.74
	<b>50-60 años</b>	50	18.55	4.73	50	23.63	4.62
<b>Varón</b>	<b>20-30 años</b>	15	17.55	4.85	15	24.09	4.05
	<b>50-60 años</b>	18	19.39	4.75	18	23.33	4.98
<b>Mujer</b>	<b>20-30 años</b>	35	14.90	3.24	35	22.66	5.00
	<b>50-60 años</b>	32	17.71	4.68	32	23.92	4.47

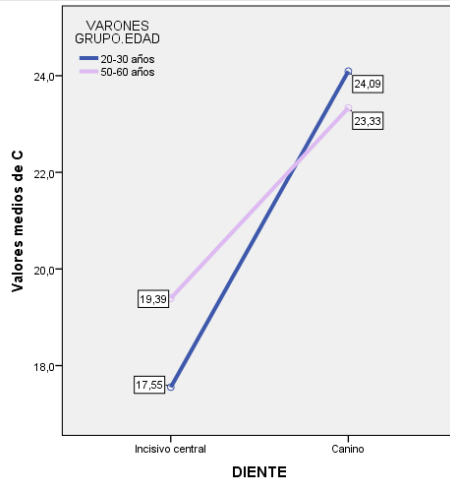
**Gráfico 15:** *Diagrama de medias.* Valores de C según PIEZA y EDAD.



**Gráfico 16:** *Diagrama de medias.* Valores de C según PIEZA y SEXO.

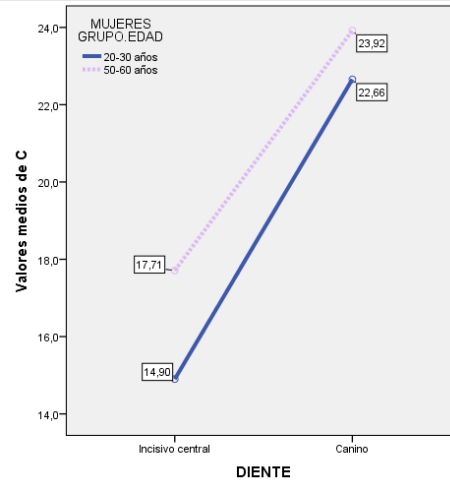


**Gráfico 17:** Diagrama de medias. Valores de C según PIEZA y EDAD, para Sexo = VARÓN



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 18:** Diagrama de medias. Valores de C según PIEZA y EDAD, para Sexo = MUJER



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

### 5.2.6. Diferencias en Tinte (h).

En el estudio de la variabilidad de los valores del tinte h (tabla 14) se ha comprobado que los 3 factores son capaces de explicar una parte de las diferencias de forma significativa, pero con mayor peso del tipo de diente ( $p < .001$ ; efecto: 23.4%) seguido de la edad ( $p < .001$ ; efecto 13.3%) que el sexo ( $p < .05$ ; efecto: 3.4%). Ahora bien, al tratar de construir un modelo predictivo, se ha encontrado que solo tendrían eficacia las dos primeras: diente y edad, generando un modelo conjunto con un alto ajuste (38.3%) que procede sobre todo de las diferencias entre los tipos de diente. De nuevo ninguna de las interacciones alcanza significación ( $p > .05$ ); de modo que las conclusiones anteriores, univariadas, se mantienen en este momento. Así (tabla 15 y gráfs. de la 19, 20 y 22) se aprecia como los valores del tinte h son mayores en los incisivos centrales de los sujetos de menor edad, de ambos sexos.

**Tabla 14:** *Análisis multivariante de Componentes de la Varianza.* Modelos explicativo y predictivo del TINTE (h) desde 3 factores: Pieza, Edad y Sexo, y sus interacciones.

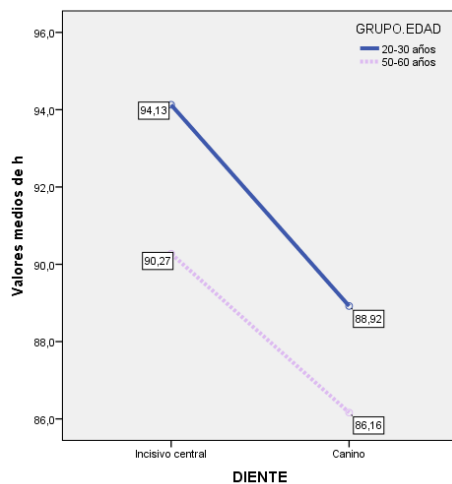
Componentes		Modelo explicativo: ANOVA				Modelo predictivo: Regresión Lineal			
		ECM	F	p-valor	R <sup>2</sup>	Coef. B	IC al 95%	p-valor	R <sup>2</sup> parcial
Factores:	<b>Tipo Pieza</b>	953.61	58.52	.000**	.234	4.94	2.95 / 6.93	.000**	.111
	<b>Gr. Edad</b>	480.16	29.46	.000**	.133	3.02	1.08 / 4.97	.003**	.047
	<b>Sexo</b>	110.15	6.76	.010 *	.034	-0.60	--	.612 <sup>NS</sup>	.001
Interacciones:	<b>Pieza / Edad</b>	13.19	0.81	.369 <sup>NS</sup>	.004	8.68	--	.535 <sup>NS</sup>	.002
	<b>Pieza / Sexo</b>	22.36	1.37	.243 <sup>NS</sup>	.007	-1.65	--	.327 <sup>NS</sup>	.005
	<b>Edad / Sexo</b>	1.01	0.06	.804 <sup>NS</sup>	.000	-0.53	--	.758 <sup>NS</sup>	.000
	<b>Pieza / Edad / Sexo</b>	0.57	0.04	.852 <sup>NS</sup>	.000	0.46	--	.852 <sup>NS</sup>	.000

N.S. = NO significativo al 5% (p>.05) \* = Significativo al 5% (p<.05) \*\* = Altamente significativo al 1% (p<.01)

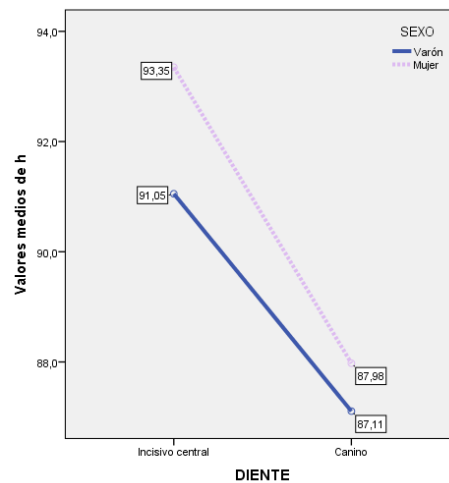
**Tabla 15:** *Descriptivos.* Valores medios de TINTE (h) en las combinaciones de las categorías de los 3 factores.

Factores		Incisivo Central			Canino		
Sexo	Edad	N	Media	D.E.	N	Media	D.E.
Varón		33	91.05	4.03	33	87.11	4.17
		67	93.35	4.50	67	87.98	4.43
Mujer	20-30 años	50	94.13	3.18	50	88.92	3.41
	50-60 años	50	90.27	4.74	50	86.16	4.73
Varón	20-30 años	15	92.96	4.06	15	88.35	3.28
	50-60 años	18	89.14	3.16	18	85.86	4.58
Mujer	20-30 años	35	95.29	2.48	35	89.49	3.46
	50-60 años	32	91.40	5.30	32	86.47	4.87

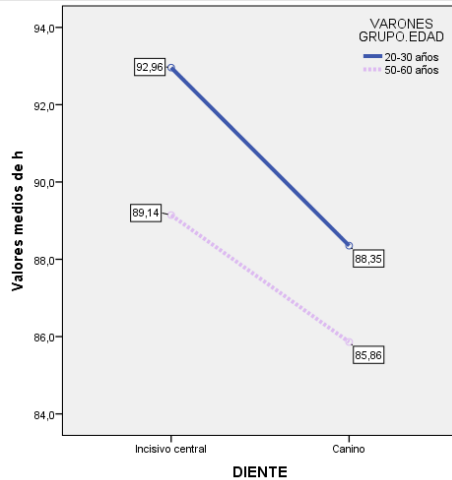
**Gráfico 19:** *Diagrama de medias.* Valores de h según PIEZA y EDAD.



**Gráfico 20:** *Diagrama de medias.* Valores de h según PIEZA y SEXO.

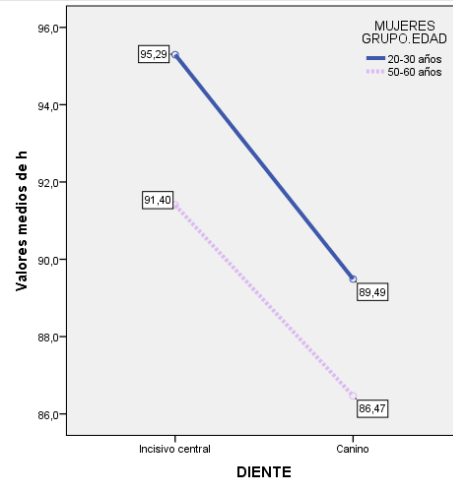


**Gráfico 21:** Diagrama de medias. Valores de h según PIEZA y EDAD, para Sexo = VARÓN



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 22:** Diagrama de medias. Valores de h según PIEZA y EDAD, para Sexo = MUJER



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

### 5.2.7 Diferencias en la Coordenada $a^*$ .

En el análisis de los valores de  $a^*$  se han encontrado resultados (tabla 16) muy similares a los anteriores. Es decir que los tres factores explican significativamente una parte de la varianza de estos valores, en especial el tipo de diente ( $p < .001$ ; y 20.5% explicado) en tanto que el sexo es el que menos aporta ( $p < .05$ ; 2% explicado). Motivo por el cual, tampoco entra a formar parte del modelo predictivo que solo contiene al tipo de pieza y a la edad como factores de predicción eficaces (al menos para  $p < .05$ ). Como está siendo la norma ninguna de las interacciones presenta significación.

Por ello, siempre los caninos de los sujetos de mayor edad (gráf. 23) para ambos sexos (gráf. 25 y 26) presentan valores medios más elevados de la coordenada  $a^*$ .

**Tabla 16:** *Análisis multivariante de Componentes de la Varianza.* Modelos explicativo y predictivo de la Coordenada a\* desde 3 factores: Pieza, Edad y Sexo, y sus interacciones.

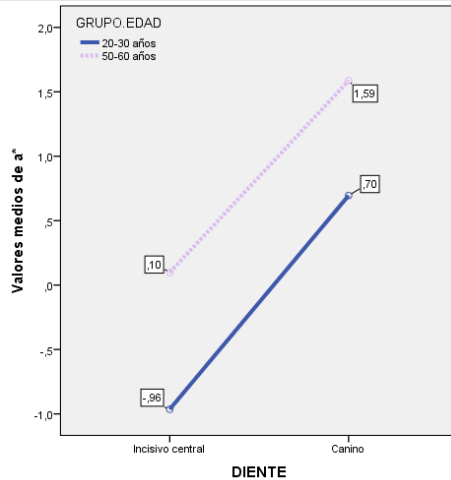
Componentes		Modelo explicativo: ANOVA				Modelo predictivo: Regresión Lineal			
		ECM	F	p-valor	R <sup>2</sup>	Coef. B	IC al 95%	p-valor	R <sup>2</sup> parcial
Factores:	<b>Tipo Pieza</b>	108.86	49.54	.000**	.205	-1.72	-2.45 / -0.99	.000**	.101
	<b>Gr. Edad</b>	41.90	19.06	.000**	.090	-0.90	-1.70 / -0.27	.007**	.037
	<b>Sexo</b>	8.55	3.89	.050 *	.020	0.16	--	.714 <sup>NS</sup>	.001
Interacciones:	<b>Pieza / Edad</b>	0.32	0.14	.704 <sup>NS</sup>	.001	-0.07	--	.535 <sup>NS</sup>	.000
	<b>Pieza / Sexo</b>	1.47	0.67	.415 <sup>NS</sup>	.003	0.47	--	.327 <sup>NS</sup>	.003
	<b>Edad / Sexo</b>	0.10	0.04	.832 <sup>NS</sup>	.000	0.20	--	.758 <sup>NS</sup>	.000
	<b>Pieza / Edad / Sexo</b>	0.11	0.05	.822 <sup>NS</sup>	.000	-0.20	--	.852 <sup>NS</sup>	.000

N.S. = NO significativo al 5% (p>.05) \* = Significativo al 5% (p<.05) \*\* = Altamente significativo al 1% (p<.01)

**Tabla 17:** *Descriptivos.* Valores medios de la Coordenada a\* en las combinaciones de las categorías de los 3 factores.

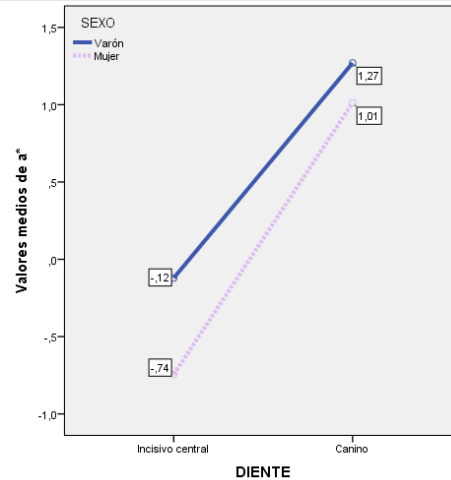
Factores		Incisivo Central			Canino		
Sexo	Edad	N	Media	D.E.	N	Media	D.E.
<b>Varón</b>		33	-0.12	1.27	33	1.27	1.53
		67	-0.74	1.28	67	1.01	1.90
	<b>20-30 años</b>	50	-0.96	0.77	50	-0.70	1.36
	<b>50-60 años</b>	50	0.10	1.50	50	1.59	2.04
<b>Varón</b>	<b>20-30 años</b>	15	-0.65	1.16	15	0.87	1.33
	<b>50-60 años</b>	18	0.41	1.17	18	1.67	1.63
<b>Mujer</b>	<b>20-30 años</b>	35	-1.27	0.43	35	0.52	1.37
	<b>50-60 años</b>	32	-0.22	1.63	32	1.51	2.25

**Gráfico 23:** Diagrama de medias. Valores de  $a^*$  según PIEZA y EDAD.



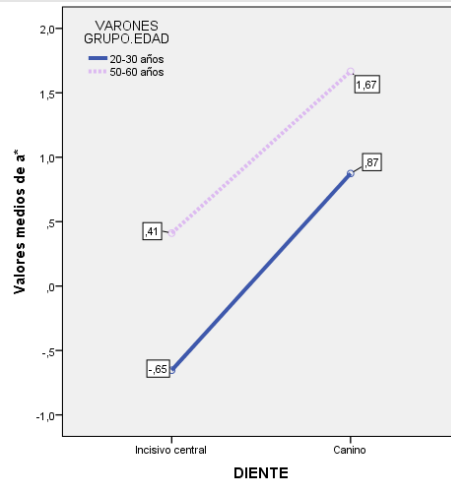
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 24:** Diagrama de medias. Valores de  $a^*$  según PIEZA y SEXO.



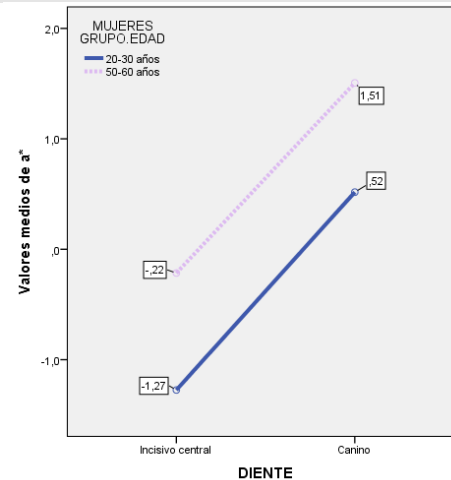
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 25:** Diagrama de medias. Valores de  $a^*$  según PIEZA y EDAD, para Sexo = VARÓN



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 26:** Diagrama de medias. Valores de  $a^*$  según PIEZA y EDAD, para Sexo = MUJER



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

### 5.2.8. Diferencias en la Coordenada $b^*$ .

En esta última variable del color ( $b^*$ ) solamente se han encontrado diferencias que se pueden explicar significativamente por razón del tipo de pieza ( $p < .001$ , con casi un 29% de variabilidad explicada). Factor que, por ello, es el único que entraría en el modelo predictivo, sin que una vez



más, las interacciones (combinaciones posibles) de ellos, presenten significación estadística ( $p > .05$ ).

En consecuencia, tabla 18 y gráfs. desde la 27 a la 30, muestran que siempre los valores medios son más altos en los caninos con independencia de la edad y del sexo.

**Tabla 18:** *Análisis multivariante de Componentes de la Varianza.* Modelos explicativo y predictivo de la Coordenada b\* desde 3 factores: Pieza, Edad y Sexo, y sus interacciones.

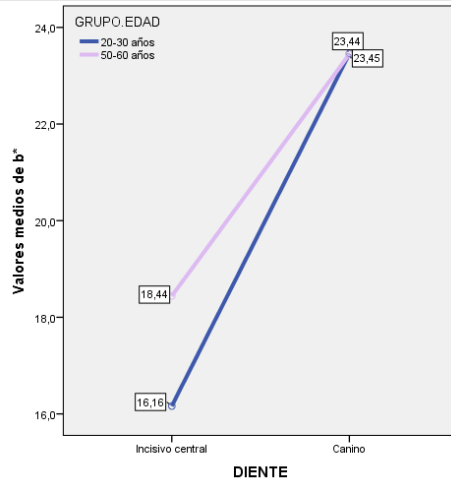
<i>Componentes</i>		Modelo explicativo: ANOVA				Modelo predictivo: Regresión Lineal			
		ECM	F	p-valor	R <sup>2</sup>	Coef. B	IC al 95%	p-valor	R <sup>2</sup> parcial
<i>Factores:</i>	<b>Tipo Pieza</b>	1661.09	77.64	.000**	.288	-6.18	-8.46 / -3.90	.000**	.130
	<b>Gr. Edad</b>	56.58	2.64	.106 <sup>NS</sup>	.014	-0.82	--	.472 <sup>NS</sup>	.003
	<b>Sexo</b>	77.19	3.61	.059 <sup>NS</sup>	.018	-0.47	--	.732 <sup>NS</sup>	.001
<i>Interacciones:</i>	<b>Pieza / Edad</b>	57.59	2.69	.102 <sup>NS</sup>	.014	-1.86	--	.246 <sup>NS</sup>	.007
	<b>Pieza / Sexo</b>	41.09	1.92	.167 <sup>NS</sup>	.010	2.36	--	.222 <sup>NS</sup>	.008
	<b>Edad / Sexo</b>	16.42	0.77	.382 <sup>NS</sup>	.001	1.65	--	.404 <sup>NS</sup>	.004
	<b>Pieza / Edad / Sexo</b>	2.02	0.09	.759 <sup>NS</sup>	.000	-0.86	--	.759 <sup>NS</sup>	.000

N.S. = NO significativo al 5% ( $p > .05$ ) \* = Significativo al 5% ( $p < .05$ ) \*\* = Altamente significativo al 1% ( $p < .01$ )

**Tabla 19:** *Descriptivos.* Valores medios de la Coordenada b\* en las combinaciones de las categorías de los 3 factores.

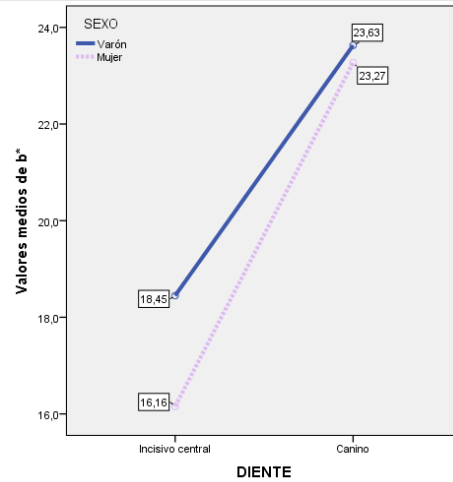
<i>Factores</i>		<i>Incisivo Central</i>			<i>Canino</i>		
Sexo	Edad	N	Media	D.E.	N	Media	D.E.
<b>Varón</b>		33	18.45	4.80	33	23.63	4.54
		67	16.16	4.28	67	23.27	5.03
	<b>20-30 años</b>	50	16.16	3.97	50	23.45	5.23
	<b>50-60 años</b>	50	18.44	4.83	50	23.44	4.49
<b>Varón</b>	<b>20-30 años</b>	15	17.51	4.86	15	24.05	4.04
	<b>50-60 años</b>	18	19.39	4.71	18	23.21	5.00
<b>Mujer</b>	<b>20-30 años</b>	35	14.82	3.28	35	22.86	5.68
	<b>50-60 años</b>	32	17.49	4.84	32	23.68	4.25

**Gráfico 27:** Diagrama de medias. Valores de  $b^*$  según PIEZA y EDAD.



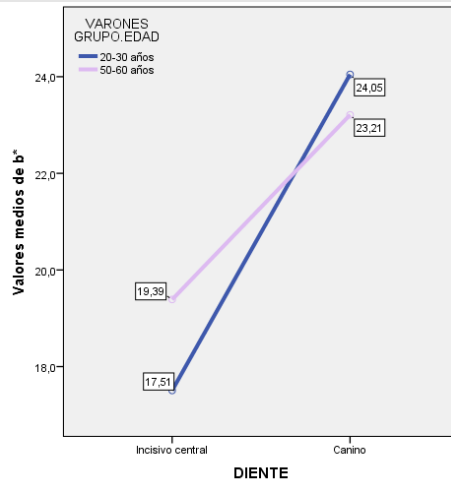
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 28:** Diagrama de medias. Valores de  $b^*$  según PIEZA y SEXO.



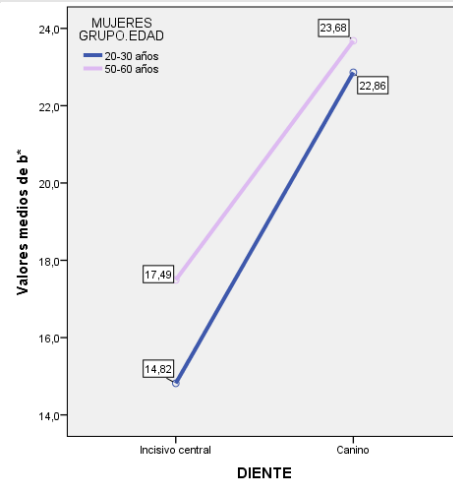
Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 29:** Diagrama de medias. Valores de  $b^*$  según PIEZA y EDAD, para Sexo = VARÓN



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 30:** Diagrama de medias. Valores de  $b^*$  según PIEZA y EDAD, para Sexo = MUJER



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

Como conclusión general, aunque edad y sexo ejercen algún efecto sobre estas variables, principalmente es el tipo de diente quien explica las diferencias entre los valores medidos. Por este motivo, se procede con la última parte del análisis que sigue.

### 5.2.9. Efecto de la edad y del sexo sobre la diferencia ( $\Delta E$ ) entre tipos de diente.

En el último paso del presente estudio estadístico se va a proceder a calcular el valor de la diferencia perceptible  $\Delta E$  entre el incisivo central y el canino, con la conocida ecuación del sistema CIELab:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})}$$

Para lo cual, se empareja el incisivo central con el canino de cada uno de los sujetos participantes en el estudio (N=100). Y se calculan los valores de  $\Delta L$ ,  $\Delta a^*$  y  $\Delta b^*$ , restando el valor entre ambas piezas.

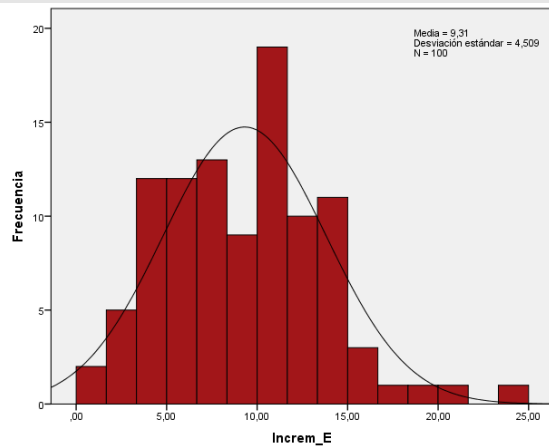
Una vez calculado los valores de  $\Delta E^*_{ab}$ , se realiza una exploración y descripción de los datos tal y como se hizo con las variables anteriores. En la exploración no se han encontrado valores fuera de rango que puedan ser distorsionantes. Y en cuanto a la forma, tanto los estadísticos de asimetría y altura, como la prueba de bondad de ajuste de KS (con  $p > .05$ ) nos permite afirmar que la variable se acomoda al modelo de una curva normal. En la descripción (tabla 17) se ha obtenido una media de 9.31 con DE. de 4.51 dentro de un rango desde 0.0 (hubo 1 caso donde las variables de color no variaban de un diente al otro) hasta 24.68, con mediana 9.13 similar a la media dada la buena simetría de la distribución.

**Tabla 20: Análisis exploratorio y descriptivo. Diferencia  $\Delta E$  entre Incisivo central y canino (N=100 piezas)**

Variables CIELab	Media	I.C. 95%		Desviación estándar	Rango (Min / Máx.)	Mediana	Asimetría	Curtosis	Test KS: p valor
		Lim. Inf.	Lim. Sup.						
$\Delta E$ (Inc.-Can.)	9.31	8.41	10.20	4.51	0.00 / 24.68	9.13	0.47	0.66	.937 <sup>NS</sup>

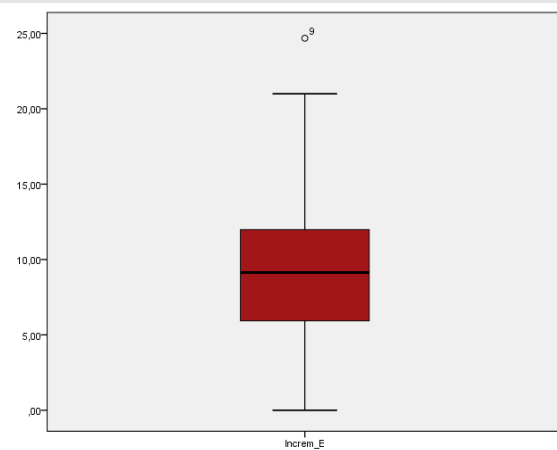
NS = Desvío NO significativo ( $p > .05$ ) la variable se distribuye normalmente

**Gráfico 31:** *Histograma.* Distribución del valor de la diferencia  $\Delta E$  entre Incisivo central y Canino (N=100)



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

**Gráfico 32:** *Box-plot.* Exploración del valor de la diferencia  $\Delta E$  entre Incisivo central y Canino (N=100)



Elaboración propia mediante IBM SPSS Statistics 22

## 6. DISCUSIÓN

El principal objetivo de la odontología estética y restauradora es proporcionar restauraciones dentales que tengan una apariencia funcional y natural para los pacientes. Además, cualquier restauración estética necesita considerar los parámetros de forma, superficie, translucidez y color.(35)

En la práctica diría, el clínico se encuentra con el desafío común de reproducir el color de los dientes naturales, que se convierte en un proceso complejo debido a la naturaleza policromática del diente. A su vez, son varios los factores que influyen como la textura superficial, la translucidez y el color del entorno. El efecto de varias capas causado por varios grados de esmalte translúcido y dentina opaca, crean un cambio de color a lo largo de toda la superficie del diente.(5)

Uno de los pasos más importantes en conseguir el objetivo final, es establecer la mayor naturalidad posible en el diente, y para lograrlo se usan algunos métodos a los que se ha hecho referencia al principio, como es el caso del espectrofotómetro.(36)

El **Dr. Martínez Vázquez de Parga** afirma que hay que tener en cuenta los tres ejes del diente en la toma de color.(37)

- Eje antero-posterior: se debe tener en cuenta que la percepción del color viene determinada por el grosor del diente, ya que, con mayor espesor, tiene mayor opacidad e intensidad de color.
- Eje Vertical: el tercio cervical es el que tiene mayor intensidad y el tercio incisal es el más transparente.
- Eje Transversal: el diente tiende a tener una mayor difuminación del color, sobre todo en las áreas interproximales y el valor del mismo tiende hacia el negro.

Estas diferencias entre los ejes del diente junto con la estructura semitranslúcida, el pequeño tamaño de los dientes y la superficie irregular del diente natural contribuyen a la complejidad de la toma de color tanto por el método objetivo como por el método subjetivo(38).

Además, el cambio de color que sufren los dientes naturales es un factor importante que influye en la percepción de un individuo de su apariencia. Puede haber un efecto negativo para algunas personas cuyos dientes se vuelven más oscuros y más amarillos con el tiempo. (28)

Por ello, el propósito de este estudio fue evaluar, para ambos géneros y dos grupos de edad, las diferencias de valor, intensidad y el tinte de los dientes anteriores naturales (incisivo central y canino), para que exista una información más precisa sobre el color dental para la producción de prótesis dentales con una apariencia más natural.

## **6.1. FRECUENCIA DE COLORES DENTALES**

En 1998, **Smith y Wilson** informaron que el color más frecuente en su muestra fue A3, seguido de cerca por A2, C2, B2 y B3 según la guía Vita Classical (39). Los resultados del presente estudio no son exactamente los mismos, ya que se utilizó la espectrofotometría y se dio el color en términos según la Guía Vita 3D Master; el color natural más frecuente en la muestra total estudiada es el 2M2 (12,5 %), seguido de 2L1.5 (9 %).

En 2007, **Bayindir y cols.**(40) midieron los incisivos centrales y laterales y caninos de 120 sujetos norteamericanos de entre 18 y 85 años de edad con un espectrorradiómetro en 4 grupos étnicos, y revelaron que el color más común era 3R1.5. Por el contrario, los presentes resultados para una población española, indican que el color 3R1.5 estaba representado solamente por el 0,5 %, resultado que está en concordancia por lo establecido por Gómez-Polo y cols. en cuyo estudio el color 3R1.5 representa tan solo el 0,2 %. (3)

Los presentes resultados no están de acuerdo con los de Smith y Wilson (39) ni con los de Bayindir y cols. (40) Esto puede ser debido a diferencias fundamentales en la tonalidad de los dientes entre diferentes grupos de población, la medición con diferentes dispositivos y diferentes grupos de edad estudiados.

Si la frecuencia del color del diente natural se estudia en función del género, los resultados son 1M1 (8,2 %) y el 2L1.5 (8,2 %) para las mujeres, y 2M2 (13,6 %) para los hombres. Si se considera la pieza dental medida, los resultados revelan que el color 2M2 sigue siendo más habitual en el incisivo central que en el canino, mientras que el color 5M1, que ocupa el tercer lugar en la muestra total, es el más frecuente para los caninos.

**Hernández y Celemín** en 2011, estableció que el color más frecuente en la población española era el 2M1, siendo para mujeres también el 2M1, y para hombres el 3L1.5. (41). En la muestra de este estudio, para los incisivos centrales de las mujeres, el color 2M1 ocupa el tercer lugar en frecuencia; y en el caso de los hombres, el 3L1.5 obtuvo una frecuencia tan solo de 4,5 %.

En 2015, el estudio de **Gómez-Polo y cols.** (3) en el cual se midió el color de los incisivos centrales superiores de una muestra de la población española mediante espectrofotómetro, estableció que el color natural más frecuente en su muestra total estudiada era 3M1. En función del género 1M1.5 (8,84 %) fue el color más frecuente para las mujeres, y 3M1 (6,26 %) para los hombres. El color 3M1 en el presente estudio, considerando sólo los incisivos centrales superiores, solamente se ha presentado en 3 participantes. Como ya se ha comentado, en este estudio, las mujeres presentaron el 1M1 como color más frecuente, que es muy próximo al obtenido en el estudio de Gómez-Polo y cols.

Por último, si se estudia la frecuencia del color dental considerando el grupo de edad, en la muestra de este estudio, el color más frecuente en el grupo de menor edad (20-30 años) es el 1M1, que corresponde con el más habitual para los incisivos centrales; y en el grupo de edad avanzada, los colores más frecuentes, considerando el incisivo central que es el diente más medido en la mayoría de los estudios, son el 2M2 y el 3L1.5.

Por su parte, **Rodrigues y cols.** (21) en el año 2012 encontraron que en casi todos los grupos de edad en una muestra de población india, independientemente de si los individuos eran hombres o las mujeres, el color más común para el incisivo central superior fue 2R2.5.

**Gómez-Polo y cols.**(3) también estudian la frecuencia del color del diente natural (incisivo central) dividiendo su muestra en tres grupos de edad. En el grupo de menor edad (<30 años) el color más presente fue el 1M1.5 y en el grupo de mayor edad fue el 2M1. Resultados muy similares a los encontrados en el presente trabajo.

Así, se puede afirmar que la gran variabilidad en los resultados reportados por los distintos estudios se pueden explicar porque cada estudio emplea intervalos de grupos de edad diferente, algunos emplean métodos subjetivos de determinación del color y otros métodos objetivos, lo que influye también en gran medida en los resultados obtenidos ya que la percepción del color es

un fenómeno individual, y varía con la calidad y cantidad de la luz, el color de los alrededores, el observador y el objeto. (39)

## 6.2. CARACTERÍSTICAS DE COLOR DE LOS DIENTES NATURALES EN LA MUESTRA DE POBLACIÓN ESPAÑOLA

Para la mayoría de los autores consultados, el tercio medio del diente es el sitio que ha sido descrito como el que mejor representa el color dental. Así, en este estudio se ha elegido el tercio medio de los dientes para representar el color dental de cada participante. Como ya se ha indicado, esto ocurre porque el tercio incisal es más translúcido y está más afectado por el fondo de la cavidad y el tercio cervical está modificado por la dispersión de la luz de la encía. (25, 26, 42)

Se han encontrado diferencias notables con respecto a algunos estudios en los valores medios de las coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  en la dentición natural. Esto puede ser el resultado de la falta de la estandarización metodológica y las diferencias en las poblaciones estudiadas.

Uno de los pocos estudios basados en la población española es el publicado por **Rubiño y cols.** (33) Sus resultados se analizaron sobre una muestra de 600 individuos en los que se midió el incisivo central superior utilizando un colorímetro de acuerdo al sistema CIELab y se expresaron en términos de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ; la media de los resultados fueron  $L^* = 67,6$ ,  $a^* = 4,3$  y  $b^* = 12,1$ , sin tener en cuenta ninguna distinción de género y edad.

Otro trabajo similar fue el publicado por **Odioso y cols.** (31) Estos autores estudiaron a 180 participantes de América, de entre 13 y 64 años de edad. El color del diente se midió en los incisivos centrales superiores utilizando un espectrofotómetro. Sus resultados medios fueron  $L^* = 69,3$ ,  $a^* = 5,4$  y  $b^* = 18,7$ . El estudio tampoco tuvo en cuenta ninguna distinción de género o edad. Sin embargo, los autores concluyeron que después de ajustar las demás variables explicativas como la edad y el sexo entre otras, estos factores afectaban significativamente a la tonalidad amarillenta de los dientes ( $b^*$ ) y a la luminosidad ( $L^*$ ). Dichas variables se analizarán a fondo más adelante en el desarrollo del trabajo.



En un estudio más reciente, también sobre una muestra de la población española de 1361 participantes, en el cual se midió el color de los incisivos centrales superiores mediante espectrofotómetro, las medias obtenidas para las variables del color estudiadas fueron  $L^* = 76,3$ ,  $C^* = 19,9$  y  $h^* = 90,9$ ,  $a^* = 0,13$  y  $b^* = 19,8$ . (13)

En el presente trabajo de investigación, los valores medios correspondientes a las variables del color se muestran en la tabla 21. No es posible realizar una comparación estadística rigurosa entre los resultados obtenidos en el estudio y las coordenadas CIELab y CIELCh medias en otros estudios debido a las particularidades metodológicas, que varían tanto en el número de sujetos, como en el rango de edad y el método de medida empleado. Sin embargo, se observa el paralelismo existente en dichos resultados, con valores medios comparables y próximos a los obtenidos en el estudio mencionado anteriormente (13), ya que la metodología empleada ha sido muy parecida. Aunque se debe tener en cuenta que la muestra de pacientes empleada tiene diferentes orígenes en ambos estudios, en el caso de Gómez-Polo y cols. ha sido registrada en Castilla y León y el número de pacientes fue de 1361.

**Tabla 21. Valores medios variables del color. Muestra total (N=200 piezas)**

<b>Variables CIELab</b>	<b>Media</b>
L (luminosidad)	74,88
C (intensidad)	20,20
h (tinte)	90,15
Coord. $a^*$	0,28
Coord. $b^*$	20,13

### 6.3. COLOR DENTAL Y GÉNERO

Se ha planteado que el género puede ser un factor con cierta influencia en las diferencias de color de los dientes naturales en la población, de tal forma que los hombres presentan una mayor intensidad o saturación ( $C^*$ ) en el color dental que la mujer, en la cual hay un mayor valor o luminosidad ( $L^*$ ). (29,31,37)

Sin embargo, los resultados varían en función del estudio. Hay estudios que establecen una diferencia estadísticamente significativa en el color dental entre hombres y mujeres. Un estudio publicado por **Odioso y cols.** (31) en el año 2000, mostró que comparadas con los hombres, las mujeres tienen estadísticamente dientes más claros y menos amarillos. **Esan y cols.** (43), en el año 2006, estudiaron a la población africana encontrando una diferencia estadísticamente significativa entre la edad y el color del diente ( $p < 0,001$ ). En el estudio de **Hernández y Celemín.** (41) sobre población española, se obtuvo una medición alta del valor  $h^*$  y  $L^*$  para el sexo femenino, que corresponde con mayor tonalidad y más luminosidad, mientras que los valores de  $C^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  son más bajos correspondiendo con menor intensidad y tendencia hacia los colores azul y verde. En el sexo masculino sería todo lo contrario: menos claridad, mayor intensidad, menor tinte, y tendencia hacia los colores rojo y amarillo.

Por su parte, y en concordancia con el estudio de **Hernández y Celemín** y con el presente estudio, **Gómez-Polo y cols.** (13) distinguen con su estudio, también sobre población española, variaciones del color dental entre los dos géneros, determinando que los valores del tinte ( $h$ ), y valor ( $L$ ) son más altos en mujeres, mientras que la intensidad ( $C$ ), las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  son más altas en hombres.

En base a los resultados de este estudio, se establece que, en comparación con los hombres, las mujeres tienen dientes más luminosos de manera estadísticamente significativa, ya que presentan valores de  $L^*$  significativamente más elevados que los hombres ( $p < .001$ ). Lo mismo ocurre con el tinte ( $h^*$ ). Por el contrario, los dientes de los hombres presentan una tendencia hacia el color rojo con valores de  $a^*$  significativamente mayores en comparación con las mujeres. Sin embargo, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en los valores de  $C^*$  y  $b^*$  entre hombres y mujeres, aunque se podría decir que presenta una casi significación ( $p < .10$ ).

En el presente trabajo, el valor medio de L\* para los incisivos centrales superiores fue de 3,26 unidades inferiores en los hombres que en las mujeres. Resultado que está próximo a lo establecido por **Odioso y cols.**(31), en cuyo estudio obtuvieron una diferencia en el valor medio de L\* de 3,7 unidades inferiores en los hombres en comparación con las mujeres para incisivos centrales superiores. Por su parte, **Gómez-Polo y cols.** (13) revelaron una diferencia en el valor medio de L\* entre hombres y mujeres ligeramente menor en los hombres (2,53 unidades).

Teniendo en cuenta los resultados de este trabajo, las mayores diferencias en los valores medios entre los hombres y las mujeres se encuentran en las coordenadas L\* y h\*, siendo 3,56 y 4,12 unidades mayor en las mujeres, respectivamente, para incisivos centrales superiores. En el caso del canino superior, la mayor diferencia se encuentra en el valor medio de L\* con 3,55 unidades mayor en las mujeres.

En las tablas 22 y 23 se resumen los valores medios de las variables del color según el género sin distinciones según el grupo de edad para ambos tipos de dientes estudiados.

**Tabla 22. Valores medios variables del color según género. Incisivo central superior.**

	L	C	h	a	b
<b>Mujeres</b>	77,48	16,3	93,34	-0,7	16,15
<b>Hombres</b>	74,22	18,47	89,21	-0,12	18,45

**Tabla 23. Valores medios variables del color según género. Canino superior.**

	L	C	h	a	b
<b>Mujeres</b>	74,53	23,29	87,98	1,01	23,27
<b>Hombres</b>	70,98	23,71	87,10	1,27	23,63

Por el contrario, **Hasegawa y cols.** (27), no encontraron diferencias estadísticamente significativas para L\*, a\* y b\* según el género al analizar sujetos japoneses. En la población china, **Zhu y cols.** tampoco encontraron diferencias estadísticamente entre hombres y mujeres. (44)(21) **Rodrigues y cols.** (21) en base a sus resultados, no sugieren al género como factor base para la selección del color. De la misma forma, **Eiffler y cols.** (12), en el año 2009, no encuentran diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres.

Se debe considerar que en el presente estudio se han medido tanto incisivos centrales como caninos superiores para valorar posibles diferencias de color entre ambos tipos de dientes, y que esta primera parte del análisis inferencial del estudio considera en conjunto ambos dientes,

mientras que la mayoría de los estudios anteriormente mencionados solo miden el incisivo central superior. Más adelante se considerará la influencia tanto del género, de la edad como del tipo de diente medido en las variaciones del color dental.

#### **6.4. COLOR DENTAL Y EDAD**

Existe mayor acuerdo entre autores al afirmar que los dientes se vuelven más oscuros y más amarillos a medida que la población crece.(27, 28,30)

El impacto de la edad sobre el color del diente se debe a una serie de factores. Con los años, la pulpa dental se retrae, dejando la dentina secundaria en su lugar. La dentina se hace más saturada y el valor total del diente se hace menor. En combinación con un espesor de esmalte cada vez menor como resultado del desgaste normal, el color de la dentina comienza a dominar el color del diente. El resultado neto es un progresivo oscurecimiento de los dientes asociado con la edad.(45)

Por tanto, parece que al envejecer existe una mayor intensidad en el color de los dientes y además tienen un menor valor (37,46); los resultados de este estudio concuerdan plenamente con estas afirmaciones. Se han obtenido diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de edad estudiados (20-30 años y 50-60 años) para todas las variables del color ( $L^*$  [ $p < .001$ ],  $C^*$ [ $p < .05$ ],  $h^*$  [ $p < .001$ ],  $a^*$  [ $p < .001$ ] y  $b^*$  [ $p < .005$ ]). De esta forma, se puede establecer que, a mayor edad, menores valores de  $L^*$  (luminosidad), mayor  $C^*$  (intensidad) y menores valores de  $h^*$ (tinte). Además, parece que podría existir una relación por la cual los valores de  $a^*$  y  $b^*$  son más altos en personas de edad más avanzada.

Por su parte, **Hernández y Celemín** (41) coinciden con los resultados de este trabajo, estableciendo que conforme avanza la edad, la coloración del diente tendrá las características de menor luminosidad, mayor saturación y tendencia hacia los colores rojos o amarillos.

**Jahangiri y cols.** (30) estudiaron la relación entre el color del diente y color de la piel en un estudio observacional. Los autores no encontraron interacción entre la edad, el color de la piel, y el color del diente, o el género, el color de la piel, y el color dental; sin embargo, la edad se asoció con el color del diente. Pero, este estudio no empleó un método de medición de color objetivo.

De nuevo, y en concordancia con los resultados de este estudio, **Xiao y cols.** en el año 2007 encontraron como el valor  $L^*$  del diente disminuía y valores como  $b^*$ , aumentaban a medida que avanzaba la edad. (28) En un estudio reciente, **Elamin y cols.** (8) encuentran una relación significativa entre la edad y las coordenadas CIELAB ( $L^*$  [ $p = 0,001$ ],  $b^*$  [ $p = 0,005$ ] y  $a^*$  [ $p = 0,007$ ]) en una muestra de 227 pacientes de Sudán de entre 15 y 77 años, estableciendo que con el aumento de edad los dientes se vuelven más oscuros, más amarillos o más rojizos. Este hallazgo ha sido igualmente documentado por **Gómez-polo y cols.**(13) recientemente sobre una muestra de sujetos españoles.

En contrapunto, **Zhu y cols.** en el año 2001 estudiaron a 163 personas asiáticas entre 20 y 73 años con un espectrofotómetro y afirmaron que los valores de las variables  $L^*$ , y  $a^*$  no estaban relacionados con la edad. En cambio, la coordenada  $b^*$  si fue relacionada con la edad. (44) De la misma forma, **Hasegawa y cols.** (16), en el año 2000, establecieron que el enrojecimiento indicado por  $a^*$  no varía con la edad en la zona central de los dientes. Sin embargo, en el presente trabajo de investigación, se ha visto que los dientes naturales tienden a oscurecer y hacia un color más rojizo con la edad. Estas discrepancias entre los resultados de los distintos estudios podrían ser atribuibles a las características de la raza (población japonesa frente a población española u otra).

Otro de los pocos autores que no ha encontrado diferencias significativas en el color dental entre los grupos de edad estudiados (el grupo de edad de 50 años y el grupo de edad de 70 años), ha sido **Eiffler y cols.** (12)

En las tablas 24 y 25 se muestran los valores medios de cada una de las variables del color estudiadas según el grupo de edad y el género para el incisivo central superior y el canino.

**Tabla 24. Valores medios variables del color. Incisivo central superior.**

Grupo de edad	Sexo	L	C	h	a	b
20-30 años	Mujeres	82,22	14,90	95,29	-1,27	14,82
	Hombres	78,77	17,55	89,14	-0,65	17,51
50-60 años	Mujeres	72,75	17,71	91,40	-0,22	17,49
	Hombres	69,67	19,39	89,29	0,41	19,39

**Tabla 25. Valores medios variables del color. Canino superior.**

Grupo de edad	Sexo	L	C	h	a	b
20-30 años	Mujeres	77,97	22,66	89,49	0,52	22,86
	Hombres	74,79	24,09	88,35	0,87	24,05
50-60 años	Mujeres	71,09	23,92	86,47	1,51	23,68
	Hombres	67,18	23,33	85,86	1,67	23,21

## 6.5. COLOR DENTAL Y TIPO DE DIENTE

Como se ha visto anteriormente, en la mayoría de los estudios referidos, el incisivo central superior es el diente más frecuentemente usado en las evaluaciones del color dental. Pero el presente estudio, además, evalúa y mide el color en el canino superior permitiendo poder establecer las diferencias de color entre ambos dientes.

Se debe tener presente, como una posible limitación del estudio, que el posicionamiento de la cabeza del espectrofotómetro en el canino es más difícil. Como resultado, la reflexión de la superficie del canino es posible que haya sido algo más grande y puede haber influido en el color.

**Hasegawa y cols.** (16) afirman con su estudio que, el incisivo central superior en el tercio medio es más luminoso (valor de  $L^*$  más alto) que el incisivo lateral superior y el canino, y que el canino es más oscuro que los otros dos incisivos. El canino es, además, más rojizo (valor de  $a^*$  más alto) que los dos incisivos, incisivo lateral e incisivo central.

**Eiffler y cols.** (12), en el año 2010, igualmente encontraron diferencias entre los distintos dientes. Los caninos superiores están más saturados que los incisivos y tienden más a rojizos que a verdes. Estos mismos resultados están respaldados en el año 2005 por **Dozic y cols.** (11), que establecen diferencias de color estadísticamente significativas entre caninos e incisivos centrales superiores.

El presente estudio obtiene diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de dientes para todas las variables del color estudiadas ( $L^*$  [ $p<.01$ ],  $C^*$  [ $p<.001$ ],  $h^*$  [ $p<.001$ ],  $a^*$  [ $p<.001$ ], y  $b^*$  [ $p<.001$ ]). No obstante, estos resultados son reportados, sin ningún ajuste según el sexo o la edad, que como ya se ha mencionado podrían ser factores que influyen en el color, ya

que cambia con la edad y difiere ligeramente entre los sexos. Las posibles diferencias en función de estos dos factores, edad y género, se desarrollarán más adelante.

Por tanto, se puede establecer que, en general los incisivos centrales superiores presentan una mayor luminosidad (L) y valores mayores de tinte (h), mientras que los caninos son dientes más saturados (C) y con un mayor valor de  $a^*$  y  $b^*$ , afirmación respaldada por los resultados obtenidos por los estudios anteriores.

## **6.6. EFECTO DEL GÉNERO, LA EDAD Y EL TIPO DE DIENTE EN EL COLOR DENTAL**

Una vez visto si hay diferencias en el color de los dientes para cada una de las VD estudiadas:  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  según el sexo, la edad y el tipo de diente de manera independiente, se va a proceder a estudiar el efecto de los tres factores o VI (edad, sexo y tipo de diente), así como el efecto conjunto de los tres factores, para ver si tienen influencia en las variaciones de las variables dependientes o si no intervienen en esa variabilidad; y por otro lado mediante la aplicación del modelo de regresión lineal, como se ha desarrollado en el apartado de resultados, se va a determinar si alguno de los factores de estudio, actúan como posibles factores predictores de cada una de las VD o variables del color.

Queda claro que tanto el género como la edad parecen ser importantes factores con un determinado efecto sobre las distintas variables del color, pero dicho efecto no es el mismo para todo es ellas.

A su vez, en el año 2008, **Gozalo-Díaz y cols.** (29) propusieron la hipótesis de que la edad y el género del sujeto pueden ser utilizados para estimar o predecir el color del incisivo central superior. Esta hipótesis es muy útil para la determinación del color de los dientes en pacientes completamente desdentados. La edad y el género resultaron ser factores estadísticamente significativos en la predicción de los tres parámetros de los incisivos superiores ( $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ). El modelo de regresión lineal dio como resultado tasas de variabilidad del 36 % en el caso de  $L^*$ , 16 % para  $a^*$  y el 21% de  $b^*$ .

De la misma forma, **Gómez-Polo y cols.** (13) confirman este hecho al demostrar que la correlación más fuerte se encuentra entre la edad y la variable  $L^*$ , a continuación, entre la edad y la variable  $h^*$  (ambas relaciones inversas) y a continuación, entre la edad y  $a^*$ ,  $C^*$  y  $b^*$  (relaciones directas), como ya se había comentado en los apartados anteriores. Además, establecen que esta correlación significativa entre la edad y todas las coordenadas de color es evidente tanto en hombres como en mujeres.

En el presente trabajo, en el caso de la variable luminosidad o  $L^*$ , el test ANOVA demuestra diferencias significativas debidas al efecto de los tres factores siendo la edad el factor que explica la mayor parte de la variabilidad de  $L^*$  (32.1%), y es, además, el factor con mayor poder predictivo. Se concluye que los valores de  $L^*$  son siempre mayores en el grupo de menor edad (20-30 años) para ambos sexos y ambos tipos de dientes, y mayores en mujeres que en hombres en ambos grupos de edad, tanto en el incisivo central como en el canino superior.

En concordancia con lo establecido en este estudio, **Gómez-Polo.** (7) analiza a la población española dividida en tres grupos de edad (<30 años, 30-59 y >60 años) y afirman que según aumenta el grupo de edad la cantidad presente de gris en el color del incisivo central superior aumenta, con lo que la luminosidad o valor disminuye.

Con respecto a la variable intensidad o  $C^*$ , al igual que ocurre con la variable  $b^*$ , a diferencia de lo establecido por el resto de autores, se obtiene un resultado distinto al tener en cuenta la variable tipo de diente, ya que solo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en función del tipo de diente, que es, por tanto, el único factor predictor eficaz para  $C^*$  y  $b^*$ . Así, se determina que siempre los valores medios de  $C^*$  y  $b^*$  son más altos en los caninos con independencia de la edad y del sexo, como ya se había comentado previamente.

Finalmente, tanto el sexo, la edad como el tipo de diente son capaces de explicar una parte de las diferencias de forma significativa en el tinte o  $h^*$  y la coordenada  $a^*$  del color, pero solo considerando la edad y el tipo de diente como factores de predicción eficaces de estas variables del color. El estudio de **Gómez-Polo.** (7) de nuevo apoya los resultados, encontrando diferencias significativas en  $h^*$  entre las tres categorías de edad establecidas en su estudio, entre sexos, pero no así en la interacción de ambos factores (edad y sexo).



## 6.7. DIFERENCIA DE COLOR ( $\Delta E$ ) ENTRE DIENTES. EFECTO DE LA EDAD Y DEL GÉNERO.

Como ya se ha mencionado, la diferencia perceptible entre el color natural de dos dientes se hace visible como la distancia entre las dos localizaciones del color en el espacio de color y se describe utilizando el término  $\Delta E^*$ .

Como ya se había referido anteriormente y según lo establecido por **Dozi y cols.** en el año 2005 (10), se puede establecer que las diferencias de color medidas por  $\Delta E$  en este estudio (tabla 26) toman valores por encima de 3, por lo que se considera que dicha diferencia de color entre el incisivo central y el canino puede ser percibida visualmente en condiciones clínicas.

**Tabla 26. Diferencia de color  $\Delta E$  entre IC y C por grupo de edad y género**

	Mujeres	Hombres
<b>20-30 años</b>	10,47	10,20
<b>50-60 años</b>	8,51	7,74

Esto es importante a la hora de discriminar los colores de los diferentes dientes en la práctica clínica, donde contamos con la presencia de unas condiciones determinadas como la luz del sillón dental. Ya se ha comentado que el ojo humano es más impreciso a la hora de establecer la coincidencia o no coincidencia entre los colores de dos dientes. En base a los resultados del estudio, el ojo humano sería capaz de reconocer las diferencias del color entre el incisivo central superior y el canino superior, ambos dientes importantes en la estética de la sonrisa.

Finalmente, destacar que las limitaciones de este estudio se pueden derivar del tamaño de la muestra (200), la población seleccionada, así como el instrumento de medición. La extrapolación de los resultados del presente estudio a la población general debe hacerse con cautela. Además, la muestra del estudio se limita a un grupo étnico en particular, por tanto, los resultados del estudio no pueden ser generalizados a otras etnias.

## 7. CONCLUSIÓN

Según los objetivos planteados, con la muestra seleccionada, el método aplicado y las limitaciones del estudio, podemos concluir:

- No es posible establecer que los resultados obtenidos en este estudio coincidan con los publicados en otros países debido a la falta de estandarización metodológica como las diferencias en las poblaciones estudiadas por los distintos autores y la ausencia de homogeneidad en cuanto a la edad de los participantes de los estudios o el dispositivo electrónico utilizado para la recolección de datos.
- Según la muestra seleccionada, el color más frecuente de la población de la Comunidad de Madrid es el 2M2, seguido por el 2L1.5, y en tercer lugar el 5M1.
- La edad parece ser el factor que explica la mayor parte de la variabilidad de la mayoría de las variables del color a excepción de la intensidad y la coordenada  $b^*$ , en las cuales el factor más importante es el tipo de diente.
- En general, los dientes de las mujeres presentan un mayor valor o luminosidad y los hombres presentan una tendencia hacia el color rojo.
- Conforme avanza la edad, la coloración del diente se caracteriza por una menor luminosidad, mayor intensidad y tendencia hacia un color rojizo.
- Los incisivos centrales superiores presentan una mayor luminosidad y una mayor cantidad de color amarillo, mientras que los caninos son dientes más saturados y más rojizos.
- En el presente estudio, las diferencias de color medidas por  $\Delta E$  entre el incisivo central y el canino pueden ser percibidas visualmente en condiciones clínicas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003 10;23(5):467-479.
- (2) CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). Improvement to industrial colour-difference evaluation. Viena CIE Central Bureau Public 142 2001.
- (3) Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Martínez Vázquez dP, Celemín Viñuela A. Study of the most frequent natural tooth colors in the Spanish population using spectrophotometry. *J Adv Prosthodont* 2015 12;7(6):413-422.
- (4) Touati B, Miara P, Nathanson D. Transmisión del color y de la luz. . *Odontología estética y restauraciones cerámicas*. Barcelona: Masson S.A.; 1999. 39-60.
- (5) Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent* 2009 03;101(3):193-199.
- (6) Rosenstiel SF, Land MF, Fujimoto JF. Description of color, color-replication process, and esthetics. *Contemporary Fixed Prosthodontics*. 4th ed.: St. Louis: Mosby; 2006. 709-39.
- (7) Gómez-Polo C, Estudio clínico sobre el color dental en la población de Castilla y León. Universidad de Salamanca. Facultad de Medicina.; 2012.
- (8) Elamin HO, Abubakr NH, Ibrahim YE. Identifying the tooth shade in group of patients using Vita Easyshade. *Eur J Dent* 2015 04/20; 9(2):213-217.
- (9) CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). 1976. Annuaire, Roster, Register, Annexe au Bulletin CIE (París: Bureau Central de la CIE). (PROCLUS, patrimonio Conicet). .
- (10) Baltzer A KV. The Determination of the Tooth Colors. . *COLOR DETERMINATION 726 Quintessenz Zahntech* 2004;30 (7):726–740.
- (11) Dozić A, Kleverlaan CJ, Aartman IHA, Feilzer AJ. Relations in color among maxillary incisors and canines. *Dent Mater* 2005 03;21(3):187-191.
- (12) Eiffler C, Cevirgen E, Helling S, Zornek J, Pritsch M, Hassel AJ. Differences in lightness, chroma, and hue in the anterior teeth of quinquagenarians and septuagenarians. *Clin Oral Investig* 2010 10;14(5):587-591.
- (13) Gómez Polo C, Gómez Polo M, Montero J, Martínez Vazquez DP, Celemin Viñuela A. Correlation of natural tooth colour with aging in the Spanish population. *Int Dent J* 2015 10;65(5):227-234.
- (14) Gómez-Polo C, Montero J, Gómez-Polo M, de Parga J, Antonio Mart, Celemin-Viñuela A. Natural Tooth Color Estimation Based on Age and Gender. *J Prosthodont* 2015.

- (15) Clark EB. An analysis of tooth color. J Am Dent Assoc 1931;18:2093-2103.
- (16) Hasegawa A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color and translucency of in vivo natural central incisors. J Prosthet Dent 2000 04; 83(4):418-423.
- (17) Yuan JC, Brewer JD, Monaco, Edward A., Jr, Davis EL. Defining a natural tooth color space based on a 3-dimensional shade system. J Prosthet Dent 2007 08;98(2):110-119.
- (18) Paravina RD, Majkic G, Imai FH, Powers JM. Optimization of tooth color and shade guide design. J Prosthodont 2007 07/20;16(4):269-276.
- (19) Dozic A, Kleverlaan CJ, Aartman IHA, Feilzer AJ. Relation in color of three regions of vital human incisors. Dent Mater 2004 11;20(9):832-838.
- (20) Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of the literature. Br Dent J 2001 03/24;190(6):309-316.
- (21) Rodrigues S, Shetty SR, Prithviraj DR. An evaluation of shade differences between natural anterior teeth in different age groups and gender using commercially available shade guides. J Indian Prosthodont Soc 2012 12;12(4):222-230.
- (22) Cho B, Lim Y, Lee Y. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and Shade Vision System. Dent Mater 2007 10;23(10):1307-1312.
- (23) Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. J Prosthet Dent 2002 12;88(6):585-590.
- (24) Gómez-Polo C, Gómez-Polo M, Celemin-Viñuela A, Martínez Vázquez DP. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. J Dent 2014 06;42(6):742-745.
- (25) Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. J Dent 2004;32 Suppl 1:3-12.
- (26) Martínez Vázquez de Parga JA., Nieto Alcalde S, Romeo Rubio M, Cañada Madinazcoitia L. Factores que determinan la percepción del color en Odontología. Rev Int Prot Esto 2004;6:218-225.
- (27) Hasegawa A, Motonomi A, Ikeda I, Kawaguchi S. Color of natural tooth crown in Japanese people. Color Res Appl 2000;25:43-8.
- (28) Xiao J, Zhou XD, Zhu WC, Zhang B, Li JY, Xu X. The prevalence of tooth discolouration and the self-satisfaction with tooth colour in a Chinese urban population. J Oral Rehabil 2007 05;34(5):351-360.
- (29) Gozalo-Diaz D, Johnston WM, Wee AG. Estimating the color of maxillary central incisors based on age and gender. J Prosthet Dent 2008 08;100(2):93-98.

- (30) Jahangiri L, Reinhardt SB, Mehra RV, Matheson PB. Relationship between tooth shade value and skin color: an observational study. *J Prosthet Dent* 2002 02;87(2):149-152.
- (31) Odioso LL, Gibb RD, Gerlach RW. Impact of demographic, behavioral, and dental care utilization parameters on tooth color and personal satisfaction. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 2000(29):S35.
- (32) Nourbakhsh M, Mousavinejad N, Adli AR, Harati M. Relationship between natural tooth shade and skin colour. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2013 06;21(2):50-52.
- (33) Rubiño M, García JA, Jimenez del Barco L, Romero J. Colour measurement of human teeth and evaluation of a colourguide. *Color Res Appl* 1994:19-22.
- (34) Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. 5th ed. ed.: Boston: Houghton Mifflin; 2003.
- (35) Mayekar SM. Shades of a color. Illusion or reality? *Dent Clin North Am* 2001 01;45(1):155.
- (36) Cal E, Güneri P, Kose T. Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *J Oral Rehabil* 2006 03;33(3):221-228.
- (37) Martinez Vazquez de Parga JA, del Rio Highsmith J, Vela Ramón L. Principios Básicos del color. *Rev Eu Odontoestomat* 1994; 6(3):151- 154.
- (38) Barrett AA, Grimaudo NJ, Anusavice KJ. Influence of a tab and disk design on shade matching of dental porcelain. *J Prosthet Dent* 2002;88:591-597.
- (39) Smith PW, Wilson NH. Shade selection for single-unit anterior metal ceramic crowns: a 5-year retrospective study of 2,500 cases. *Int J Prosthodont* 1998 07/19;11(4):302-306.
- (40) Bayindir F, Kuo S, Johnston WM, Wee AG. Coverage error of three conceptually different shade guide systems to vital unrestored dentition. *J Prosthet Dent* 2007 09;98(3):175-185.
- (41) Hernández Rodríguez Z, Celemín Viñuela A. Estudio del color en la población española según sexo y edad. . *Gaceta Dental: Industria y Profesionales* 2009(203):160-175.
- (42) Schawabacher WB, Goodkind RJ, Lua MJ. Interdependence of the hue, value and chroma in the middle site of anterior human teeth. *J Prosthodont* 1994;3(4):188-92.
- (43) Esan TA, Olusile AO, Akeredolu PA. Factors influencing tooth shade selection for completely edentulous patients. *J Contemp Dent Pract* 2006 11/01;7(5):80-87.
- (44) Zhu H, Lei Y, Liao N. [Color measurements of 1,944 anterior teeth of people in southwest of China-discreption]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi* 2001 07;36(4):285-288.
- (45) Morley J. The esthetics of anterior tooth aging. *Curr Opin Cosmet Dent* 1997;4:35-39.
- (46) Morley J. Tricks for matching shades: the color match game. *Dent Today* 2000 05;19(5):70-73.

## Consentimiento Informado (Anexo I)

### Titulo del Proyecto:

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COLOR DENTAL SEGÚN EDAD, GÉNERO Y TIPO DE DIENTE

**Miembros del equipo investigador:** Marina Pérez Soriano, Alicia Celemín Viñuela

**Centro de investigación:** Facultad de Odontología. Departamento de Estomatología I (Prótesis Bucofacia). UCM

Nombre del participante:.....

Nombre del profesional que le informa:.....

Fecha:.....

### DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO

Va a formar parte de un estudio cuyo objetivo es estudiar el color dental de los dientes naturales de la población española de raza caucásica para determinar las diferencias existentes en función del sexo, la edad y el tipo de diente medido.

La prueba que se le va a realizar consiste en un procedimiento sencillo de toma de color en el que se utiliza un instrumento de medida que emite una luz no dañina para el diente. La realización de esta prueba no supone ningún riesgo, por el contrario puede facilitar el proceso de toma de color en la clínica odontológica diaria y de esta forma optimizar el resultado estético de sus futuras restauraciones protésicas.

Se le informa de que la participación en este estudio es totalmente voluntaria y no conlleva ningún tipo de compensación.

En cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD), Marina Pérez Soriano, como responsable del trabajo informa de las siguientes consideraciones:

Los datos de carácter personal que le solicitamos, quedarán incorporados a un fichero por mi custodiados cuya finalidad es evitar el acceso a otras personas ajenas al estudio.

**Se me informa que no existen RIESGOS DEL PROCEDIMIENTO**

Declaro que he sido informado por los profesionales previamente a la realización de las pruebas. Estoy satisfecho con la información recibida, he podido formular todas las preguntas que he creído conveniente y me han aclarado todas las dudas planteadas. En consecuencia doy mi consentimiento para la realización de dichas pruebas.

Firma del participante

Firma del profesional

**Revoco** el consentimiento prestado en fecha.....y no deseo proseguir el procedimiento que doy con esta fecha finalizado

Fdo El participante

Fdo. El profesional

## Tabla de recogida de datos (Anexo II)

Sujeto	Sexo	Edad	Diente	T	Vita 3D M	L	C	h	a	b
			Inc. Central	1ª						
				2ª						
				3ª						
			Canino	1ª						
				2ª						
				3ª						



# Informe CEIC (Anexo III)



Hospital Clínico San Carlos



Informe Dictamen Protocolo Favorable

C.P. - C.I. 16/224-E

03 de junio de 2016

CEIC Hospital Clínico San Carlos

Dra. Mar García Arenillas  
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

## CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Clínico San Carlos en su reunión del día 18/05/2016, acta 5.2/16 ha evaluado la propuesta del promotor/investigador referida al estudio:

**Título: "Estudio comparativo del color dental según edad, género y tipo de diente".**

Que en este estudio:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- La capacidad del investigador y los medios disponibles son adecuados para llevar a cabo el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto de los postulados éticos.
- Se cumplen los preceptos éticos formulados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica mundial sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos y en sus posteriores revisiones, así como aquellos exigidos por la normativa legal aplicable en función de las características del estudio.

Es por ello que el Comité **informa favorablemente** sobre la realización de dicho proyecto por la **Dra. M<sup>a</sup> del Pilar Celemín Viñuela** como investigadora principal en la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid.

Lo que firmo en Madrid, a 03 de junio de 2016



Dra. Mar García Arenillas  
Presidenta del CEIC Hospital Clínico San Carlos

Hospital Clínico San Carlos

Doctor Martín Lagos, s/n. Madrid 28040 Madrid España

Tel. 91 330 34 13 Fax. 91 330 32 99 Correo electrónico ceic,hcsc@salud.madrid.org

Página 1 de 1



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID. Facultad de Odontología

## TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

VISTO BUENO DEL TUTOR

MASTER OFICIAL EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

### *El profesor/a tutor*

Nombre y apellidos:	ALICIA CELEMIN VIÑUELA
---------------------	------------------------

### *del alumno/a*

Nombre y apellidos	MARINA PEREZ SORIANO
--------------------	----------------------

### *encuadrado en la línea de investigación*

IMPLANTOPROTESIS Y PROTESIS MAXILOFACIAL
--

### **DA EL VISTO BUENO**

para que el Trabajo de Fin de Máster titulado

ESTUDIO COMPARATIVO DEL COLOR DENTAL SEGÚN EDAD, GÉNERO Y TIPO DE DIENTE
--

sea admitido para su defensa ante Tribunal.

En MADRID, a 6 de junio de 2016.

Fdo: el profesor/a